ISSN 0365-4508

ARQUIVOS DO MUSEU NACIONAL

Nunquam aliud natura, aliud sapienta dicit
Juvenal, 14, 321
In silvis academi quoerere rerum,
Quamquam Socraticis madet sermonibus
Ladisl. Netto, *ex Hor*

VOL. LXI
N.4



RIO DE JANEIRO
Outubro/Dezembro
2003

ARQUIVOS
DO
MUSEU NACIONAL

VOLUME 61

NÚMERO 4

OUTUBRO/DEZEMBRO
2003

RIO DE JANEIRO

Arq. Mus. Nac.	Rio de Janeiro	v.61	n.4	p.213-288	out./dez.2003

ISSN 0365-4508

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Reitor – Aloísio Teixeira

Museu Nacional
Diretor – Sérgio Alex K. Azevedo

Editor Geral – Célia Ricci

Editores de Área – Alexander Wilhelm Armin Kellner, Cátia Antunes de Mello Patiu, Ciro Alexandre Ávila, Débora de Oliveira Pires, Gabriel Luiz Figueira Mejdalani, Izabel Cristina Alves Dias, João Alves de Oliveira, Marcus Antônio Rezende Maia, Maria Dulce Barcellos Gaspar de Oliveira, Miguel Angel Monné Barrios, Paulo Secchin Young, Ulisses Caramaschi, Vânia Gonçalves Lourenço Esteves, Vera Maria Medina da Fonseca

Consultores Científicos – André Pierre Prous-Poirier (Universidade Federal de Minas Gerais), David G. Reid (The Natural History Museum - Reino Unido), David John Nicholas Hind (Royal Botanic Gardens - Reino Unido), Fábio Lang da Silveira (Universidade de São Paulo), François M. Catzeflis (Institut des Sciences de l'Évolution - França), Gustavo Gabriel Politis (Universidad Nacional del Centro - Argentina), John G. Maisey (Americam Museun of Natural History - EUA), Jorge Carlos Della Favera (Universidade do Estado do Rio de Janeiro), J. Van Remsen (Louisiana State University - EUA), Maria Antonieta da Conceição Rodrigues (Universidade do Estado do Rio de Janeiro), Maria Carlota Amaral Paixão Rosa (Universidade Federal do Rio de Janeiro), Maria Helena Paiva Henriques (Universidade de Coimbra - Portugal), Maria Marta Cigliano (Universidad Nacional La Plata - Argentina), Miguel Trefaut Rodrigues (Universidade de São Paulo), Miriam Lemle (Universidade Federal do Rio de Janeiro), Paulo A. D. DeBlasis (Universidade de São Paulo), Philippe Taquet (Museum National d'Histoire Naturelle - França), Rosana Moreira da Rocha (Universidade Federal do Paraná), Suzanne K. Fish (University of Arizona - EUA), W. Ronald Heyer (Smithsonian Institution - EUA)

Bibliotecária – Vera de Figueiredo Barbosa

Diagramação e arte-final – Célia Ricci, Lia Ribeiro

Indexação – Biological Abstracts, ISI - Thomson Scientific, NISC Colorado, Periodica, Ulrich's International Periodicals Directory, Zoological Record

Tiragem – 1000 exemplares

Impressão – Gráfica da UFRJ

MUSEU NACIONAL – Universidade Federal do Rio de Janeiro
Quinta da Boa Vista, São Cristóvão; 20940-040
Rio de Janeiro, RJ – Brasil

http://www.acd.ufrj.br~/museuhp

E-mail: mnbib@acd.ufrj.br

Arquivos do Museu Nacional – vol.1 (1876) –
Rio de Janeiro: Museu Nacional.

Trimestral
Até o v.59, periodicidade irregular

ISSN 0365-4508

1. Ciências Naturais – Periódicos. I. Museu Nacional (Brasil).

CDD 500.1


Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, v.61, n.4, p.215-220, out./dez.2003
ISSN 0365-4508

REDESCRIÇÃO DE *STYLOGASTER STYLATA* (FABRICIUS, 1805) (DIPTERA, CONOPIDAE), COM ÊNFASE NA MORFOLOGIA DA TERMINÁLIA E DO OVO [1]

(Com 21 figuras)

CÁTIA ANTUNES DE MELLO-PATIU [2,3]
LEONARDO SILVESTRE GOMES ROCHA [2,4]

RESUMO: *Stylogaster stylata* (Fabricius, 1805) é redescrita e ilustrada com base em material procedente do Brasil, incluindo um estudo morfológico detalhado de macho e fêmea, com ênfase na terminália, e do ovo.

Palavras-chave: Conopidae, *Stylogaster*, taxonomia, morfologia.

ABSTRACT: Redescription of *Stylogaster stylata* (Fabricius, 1805) (Diptera, Conopidae), with emphasis on the morphology of terminalia and egg.

Stylogaster stylata (Fabricius, 1805) is redescribed and illustrated based on material from Brazil, including a detailed morphological study of male and female, with emphasis on the terminalia, and egg.

Key words: Conopidae, *Stylogaster*, taxonomy, morphology.

INTRODUÇÃO

Os conopídeos são muscóides acaliptrados com aparência de vespas, cujas larvas são endoparasitas de himenópteros, baratas e outros dípteros. O gênero *Stylogaster* Macquart, 1835 é bastante distinto dentro da família, a face possui quilha mediana proeminente, a probóscide é alongada e as fêmeas possuem um longo ovipositor (SMITH & PETERSON, 1987) (Fig.1). São reconhecidas cerca de 68 espécies nas regiões neotropical e neártica (PAPAVERO, 1971, CAMRAS & PARRILLO, 1985, 1995). Devido à carência de estudos sobre o gênero e de chaves de identificação, iniciou-se esta revisão com a redescrição de *Stylogaster stylata* (Fabricius, 1805), espécie-tipo do gênero, enfatizando-se a morfologia das terminálias masculina e feminina e do ovo, que fornecem excelentes caracteres para a diagnose das espécies.

MATERIAL E MÉTODOS

Para preparação dos exemplares, foram retirados os abdomes, tratados seqüencialmente com KOH 10%, água destilada, ácido acético, álcool e glicerina. Abdomes, terminálias e ovos foram observados e desenhados em estereomicroscópio Wild M-5 e/ou microscópio ótico Wild M-20, ambos com câmara-clara. Os ovos foram obtidos do interior do abdome das fêmeas examinadas. Todo material utilizado pertence à coleção do Museu Nacional - Rio de Janeiro (MNRJ). A terminologia adotada é aquela de McALPINE (1981) e, para fêmea, KOTRBA (1997).

Stylogaster stylata (Fabricius, 1805)
(Figs.1-21)

Conops stylatus Fabricius, 1805:177. Localidade-tipo: América do Sul.

Stylogaster stylata; MACQUART, 1835 (cit.); WILLISTON, 1893 (cit.); TOWNSEND, 1897 (cit.); KRÖBER, 1914 (redesc., chave), 1919 (cit); ALDRICH, 1930 (redesc., chave); LOPES, 1937 (redesc.); CURRAN, 1942 (chave); MONTEIRO, 1960 (ilust. macho); PAPAVERO, 1971 (cat.); CAMRAS & PARRILLO, 1985 (chave), 1995 (mat. ident.).

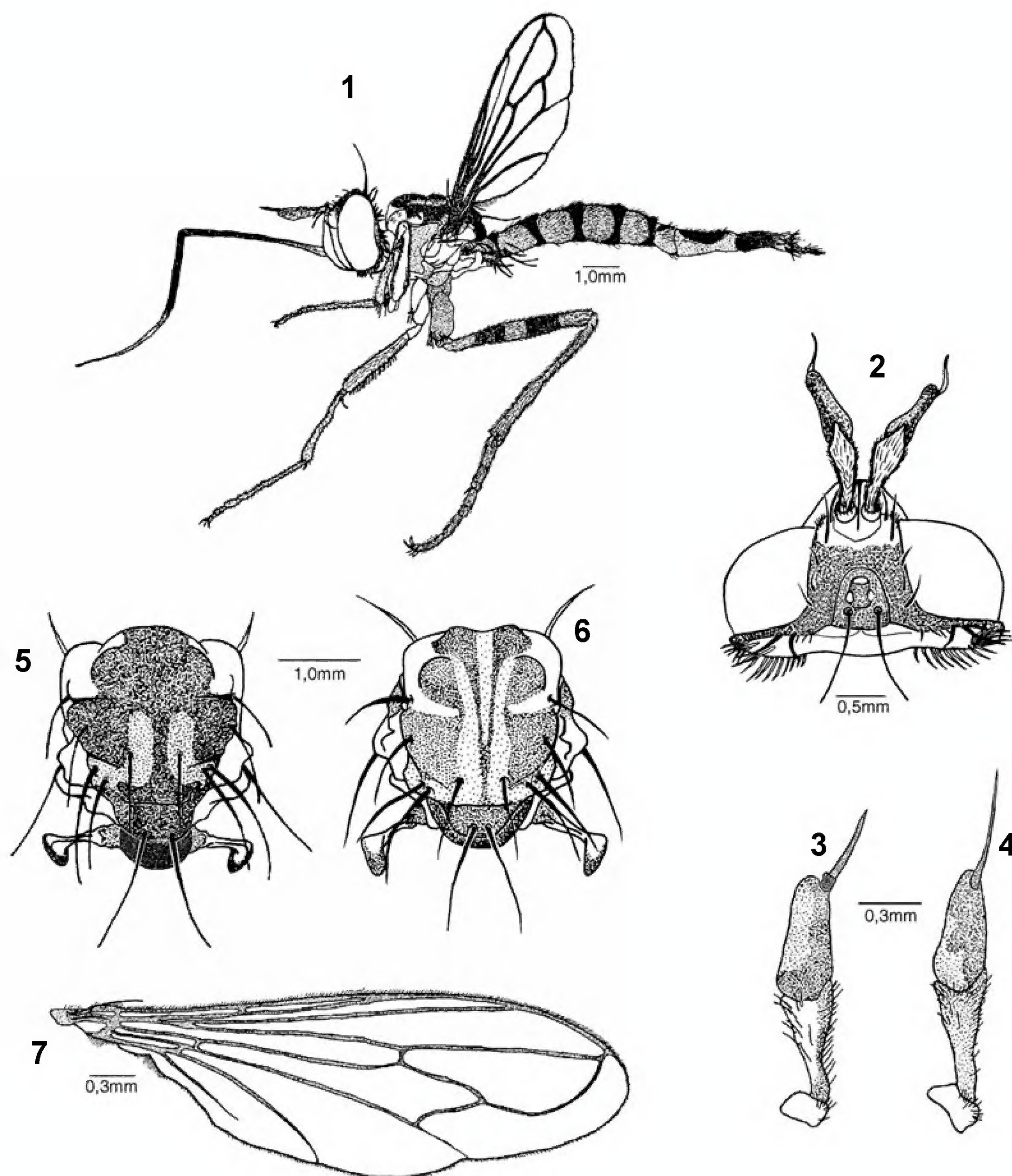
Stylogaster biannulata Say, 1823:81. Localidade-tipo: Pensilvânia, EUA. MACQUART , 1845 (nov. sin. proposta); OSTEN-SACKEN, 1858 (cat.); ROEDER, 1891 (chave); WIEDMANN, 1830 (cit.); KRÖBER, 1929 (desc. nov. subesp.).

Diagnose – Primeiro segmento abdominal com cerdas claras laterais; coxas anteriores com longos pêlos claros apicais nas faces anterior e posterior; machos apresentando esternito 5 com pêlos pretos ao longo da linha mediana e com uma reentrância na margem posterior; cercos com ápice fortemente

[1] Submetido em 10 de abril de 2003. Aceito em 30 de junho de 2003.
[2] Museu Nacional/UFRJ, Departamento de Entomologia. Quinta da Boa Vista, São Cristóvão, 20940-040, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
[3] E-mail: camello@acd.ufrj.br.
[4] Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto de Biologia. BR 465, km 7, Seropédica, 23890-000, RJ, Brasil.
Bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ -proc. n° E-26/150-933/02).

dobrado para dentro; surstilos com lobo anterior curto portando pequenos espinhos e lobo apical dobrado para dentro; parâmeros com fortes cerdas pretas apicais e com uma projeção mediana cerdosa; edeago membranoso; fêmeas com cercos curtos, placa subanal alongada com pêlos nos 2/3 apicais; ápice do esternito 8 com profunda reentrância mediana e com lobos laterais pouco esclerosados e em forma de gancho; ovo com extremidade posterior afilada, fortemente esclerosada e pigmentada, portando um par de espinhos laterais recurrentes.

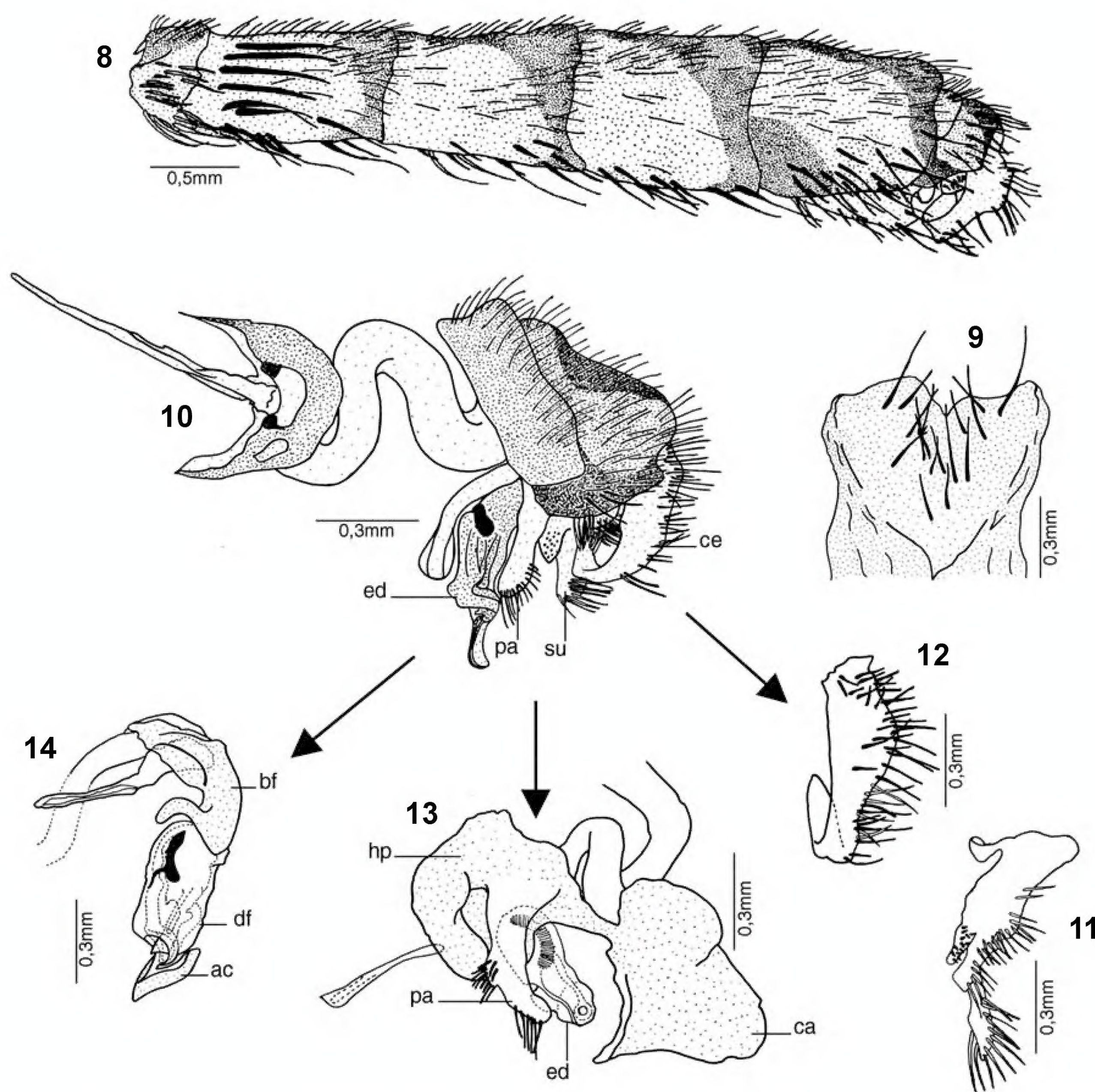
♂ – Comprimento total: 8-9mm (Figs.2-3, 5, 7-14) Cabeça – Fronte marrom-escuro na região superior, acima das cerdas frontais, e amarela na região inferior; três pequenas cerdas orbitais e duas cerdas frontais; triângulo ocelar curto, não atingindo a base das antenas, arredondado anteriormente; cerdas verticais divergentes e bem desenvolvidas; cerdas ocelares ausentes (Fig.2); faciália proeminente formando uma quilha em forma de Y invertido, com leve polinosidade dourada; probóscide castanho-escuro, com apenas as extremidades apical e basal



Stylogaster stylata (Fabricius, 1805): fig.1- ♀ , *habitus*; fig.2- ♂ , cabeça, vista dorsal; fig.3- ♂ , antena; fig.4- ♀ , antena; fig.5- ♂ , tórax, vista dorsal; fig.6- ♀ , tórax, vista dorsal; fig.7- asa.

amarelas, projetando-se para a frente da cabeça e logo após dobradando-se para trás; olhos com as facetas ântero-medianas um pouco maiores que as demais; antena amarela, flagelo castanho-amarelado com mancha marrom-escuro dorsal na região de inserção da arista, que apresenta a mesma coloração; arista com dois segmentos visíveis (Fig.3); um par de cerdas pós-oculares pretas situadas ao lado externo de cada cerda vertical, diferenciadas das demais cerdas pós-oculares claras; cerdas genais claras.

Tórax – Pronoto marrom-escuro, pequeno e escondido sob a cabeça; lobos pós-pronotais amarelos, seguidos de uma mancha amarela em forma de meia-lua que se estende até a sutura transversal; escuto marrom-escuro, com duas faixas longitudinais levemente mais claras; calos pós-alares da mesma cor das faixas; escutelo marrom-escuro com as margens mais claras; metanoto marrom-escuro; escleritos pleurais amarelo-claro, com exceção do anepisterno marrom e dos catepisterno e meron escurecidos próximo às coxas (Fig.5); halter amarelo; 1 cerda proepisternal, 1 dorso-central pós-sutural, 1 notopleural, 1 supra-



Stylogaster stylata (Fabricius, 1805), ♂: fig.8- abdome, vista lateral; fig.9- esternito 5; fig.10- terminália, vista lateral; fig.11- cerco; fig.12- surstilo; fig.13- parâmero, hipândrio e edeago, vista látero-ventral; fig.14- edeago, vista lateral: (ac) acrofalo, (bf) basifalo, (ca) capuz hipandrial, (ce) cerco, (df) distifalo, (ed) edeago, (hp) hipândrio, (pa) parâmero, (su) surstilo).

alar, 1 anepimeral, 2 pós-alares e 1 par de cerdas escutelares divergentes, todas pretas com exceção da proepisternal (Fig.5). Pernas longas, coxas bem desenvolvidas, coloração geral amarela, exceto no fêmur posterior, onde ocorrem duas faixas transversais de cor castanho; esporões tibiais ausentes; fêmures médios cobertos por pêlos pretos curtos, exceto na face ventral, e com uma fileira de pêlos pretos longos em forma de pente no 1/3 apical da região póstero-ventral; coxas posteriores mais escuras, com pêlos pretos curtos no ápice; fêmures posteriores grandes, cobertos com pêlos pretos curtos, longos apenas na face posterior; tíbia posterior coberta com pêlos pretos curtos, exceto na face posterior, onde são mais longos. Asas hialinas, com pêlos curtos e reclinados ao longo da nervura costal; nervura M_{1+2} com curvatura relativamente forte, convergente com R_{4+5}, ambas se encontram antes da margem da asa; célula anal pequena; nervura A_2 fracamente demarcada (Fig.7).

Abdome – Lateralmente estreitado, tendo aparência de mais alto que largo, recoberto dorsalmente por pêlos pretos curtos, que vão se tornando mais longos na parte ventral (Fig.8). Tergito 1 castanho-escuro dorsalmente e amarelado nas laterais, onde se inserem várias cerdas claras e longas; tergitos 2, 3 e 4 apresentando na face dorsal uma faixa longitudinal castanho-escuro que se une a outra faixa transversal ao longo da margem posterior, dando um aspecto de T, e região lateral amarela; tergito 2 com uma série de 4 a 5 cerdas pretas longas laterais; tergito 5 quase totalmente castanho-escuro no dorso, mas amarelo nas laterais; esternitos quase totalmente membranosos, com alguns pêlos dourados nos esternitos 3 e 4 ; esternito 5 com pêlos pretos longos dirigidos para trás e com profunda reentrância na margem posterior (Fig.9).

Terminália – Sintergosternito 6+7+8 estreito, unido ao epândrio, de coloração amarela, com poucos pêlos pretos na margem posterior (Figs.8, 10); epândrio bem desenvolvido, amarelo com manchas castanho-escuro no dorso e na base, apresentando pilosidade densa; hipândrio membranoso, translúcido, com duas partes: uma superior, maior, que apresenta algumas dobras e encobre a base do edeago, fixada ao epândrio e aos escleritos genitais, e outra ligada à maior por uma alça estreita e tem a forma de um capuz, que encobre o ápice do edeago quando a genitália está recolhida (Fig.13); cercos amarelos, fortemente dobrados para dentro, que se entrecruzam quando em repouso, apresentando pêlos pretos na face externa e pêlos brancos na face interna (Figs.10-11); surstilos amarelos, grandes, com dois lobos: o anterior pequeno com muitos espinhos pretos e diminutos, e o posterior grande, dobrado como os cercos, coberto por longos pêlos brancos em toda a extensão (Figs.10, 12); parâmeros com fortes cerdas pretas apicais e com uma projeção mediana cerdosa, e margem superior fusionada ao hipândrio (Figs.10, 13); apódema ejaculatório grande, em forma de raquete, achatado, translúcido, apoiado em base caliciforme castanho-claro; duto ejaculatório curvo, apresentando uma rotação de 360°; edeago membranoso, basifalo amarelado e distifalo levemente mais escuro; basifalo com uma projeção apical curva, voltada para a face anterior e distifalo com um conjunto de tubos (endofalo) no interior, formando um anel que contorna a abertura apical; acrofalo membranoso, com uma região central mais esclerosada, em forma de V (Figs.10, 13- 14).

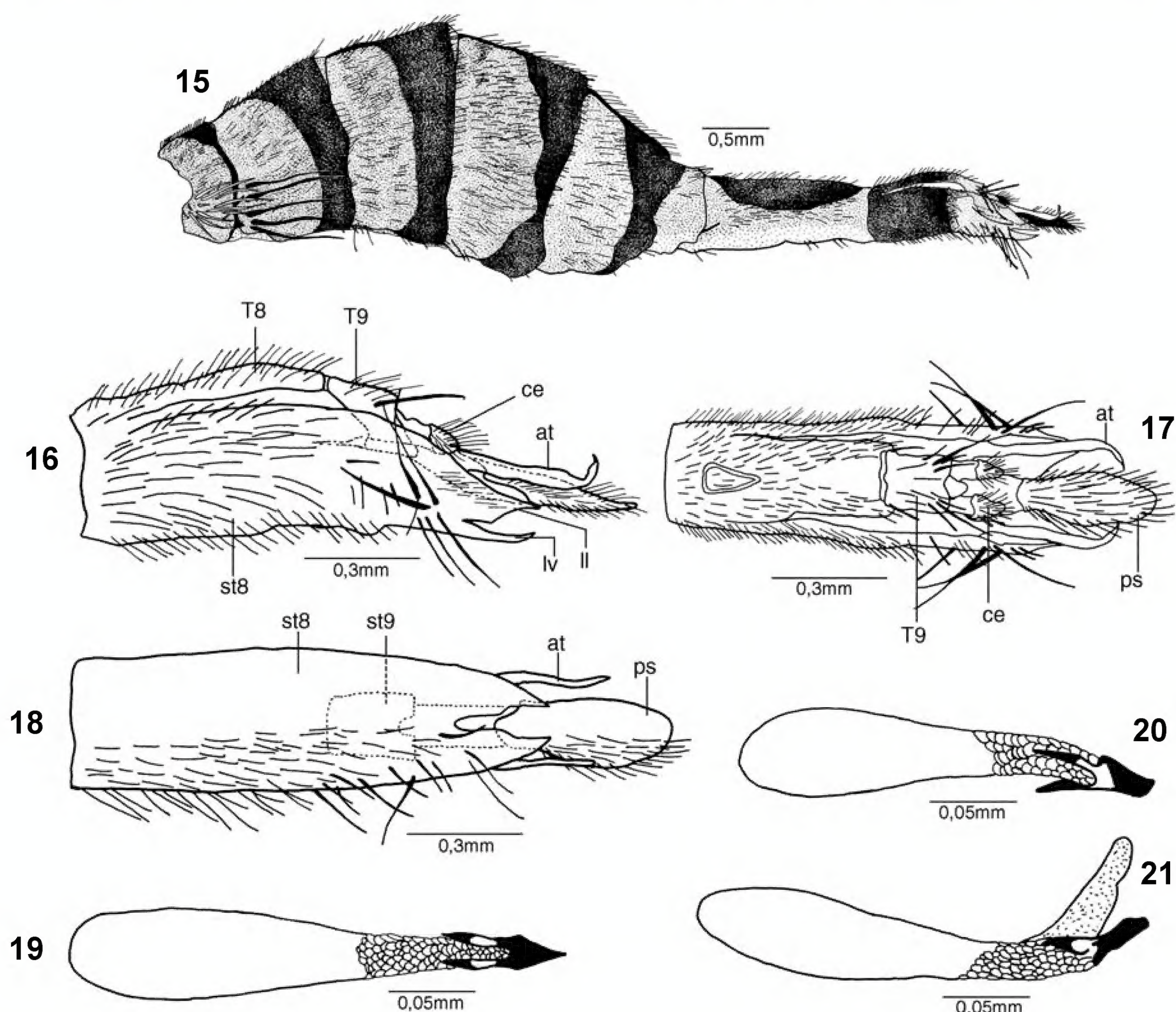
♀ – Comprimento total: 9-10mm (Figs.1, 4, 6, 15-18) Difere do macho por apresentar: arista sem segmentação visível (Fig.4); tórax com 3 faixas longitudinais levemente mais claras (Fig.6); coxas anteriores e médias apresentando somente cerdas pretas; tíbias anteriores com esporões claros e tíbias médias e posteriores com esporões pretos bem definidos; abdome mais largo, esternitos membranosos, sem pilosidade; ovipositor compreendendo os segmentos 6, 7 e 8, com aproximadamente o mesmo comprimento do abdome (Fig.15); segmento 6 curto, 7 mais longo e 8 pouco menor que o 7 (Fig.15); tergito 6 amarelo, com a margem anterior castanho; tergito 7 amarelo com uma grande mancha castanho-escuro na região dorso-central; esternito 6 membranoso, amarelo, com alguns pêlos pretos curtos na margem posterior; esternito 7 amarelo, membranoso, com alguns pêlos pretos esparsos; sintergoesternito 8+9 castanho-escuro na base e amarelo no ápice, com cerdas longas no ápice (Fig.15); uma fenda membranosa recorta o segmento da região próxima à base até o ápice (Figs.16-17), a parte superior à fenda representa os tergitos 8 e 9, que por sua vez apresentam-se delimitados por uma fraca sutura (Figs.16-17), e a parte inferior representa o largo esternito 8, que se prolonga lateralmente (Figs.16, 18); esternito 8 terminando em quatro lobos ponteagudos, dois ventrais e dois laterais (Fig.16), além de apresentar um par de apêndices longos e terminais, em forma de ganchos (Figs.16, 18); esternito 9 representado por um bastão interno ventral em forma de U, posicionado na borda interna do esternito 8, abaixo da abertura genital (Fig.18);

cercos curtos, com base amarela e ápice castanho-escuro, portando inúmeras cerdas pretas longas (Fig.16-17); placa subanal alongada, que se projeta para fora, também de base amarela e ápice marrom-escuro, com muitas cerdas longas pretas (Figs.16-18).

Ovos – Alongados, com córion castanho-claro, exceto a extremidade posterior escura e bastante esclerosada, na forma de um forte espinho, que lateralmente se apresenta com aspecto de proa de navio. Essa extremidade é acompanhada de dois outros espinhos recurrentes e todos os 3 espinhos estão ligados entre si, formando um capuz fortemente esclerosado na parte posterior do ovo (Figs.19-20); córion com minúsculas e intrincadas escamas cobrindo aproximadamente o 1/3 posterior do ovo, logo após a região dos espinhos (Figs.19-21); entre os espinhos recurrentes, existe uma bolsa membranosa alongada (Fig.21) (segundo KOTRBA (1997), esta bolsa extrusível por osmose, serve para manter os espinhos eretos ancorando-os no corpo do hospedeiro); não há vestígio de opérculo ou de qualquer saída para a larva.

Distribuição geográfica – Colômbia, Equador, Brasil (AP, PA, MT, RJ, SC), Paraguai, Argentina.

Material examinado – BRASIL: RIO DE JANEIRO - Rio de Janeiro, Represa do Rio Grande [Floresta da Tijuca], 2♂ e 1♀, VI/1967, M.Alvarenga col. (armadilha Malaise), MNRJ. SANTA CATARINA - Nova Teutônia, 27°11'S 52°23'W, 2♂, XI/1959



Stylogaster stylata (Fabricius, 1805), ♀ : fig.15- abdome, vista lateral; fig.16- terminália, vista lateral; fig.17- terminália, vista dorsal; fig.18- terminália, vista ventral; fig.19- ovo, vista ventral; fig.20- ovo, vista látero-dorsal; fig.21- ovo, vista lateral: (at) apêndice terminal do esternito 8, (ce) cerco, (ll) lobo lateral do esternito 8, (lv) lobo ventral do esternito 8, (ps) placa subanal, (st) esternito, (T) tergito.

e II / 1961, Fritz Plaumann col. MNRJ; *idem*, 3♀ , XII/1959, X/1960 e III/1961, MNRJ.

Comentários – CAMRAS & PARRILLO (1985) definiram quatro grupos de espécies de *Stylogaster*: *stylata, neglecta, ornatipes* e *rectinervis*. O grupo *stylata* foi diagnosticado pelo seguinte conjunto de caracteres: cerdas pós-pronotal (umeral) e ocelares ausentes, triângulo ocelar curto, atingindo a parte posterior da fronte, e fêmea com ovipositor curto. Atualmente, 16 espécies de distribuição neártica e neotropical podem ser reunidas nesse grupo, a saber: *S. stylata; S. longispina* Camras & Parrillo, 1985; *S. rafaeli* Camras & Parrillo,1985; *S. dispar* Camras & Parrillo, 1985; *S. brasilia* Camras & Parrillo, 1985; *S. souzai* Monteiro, 1960; *S. stylosa* Townsend, 1897; *S. biannulata* (Say, 1823); *S. schlingeri* Camras & Parrillo, 1985; *S. sedmani* Camras & Parrillo, 1985; *S. latipes* Camras & Parrillo, 1985; *S. horvathi* Szilady, 1926; *S. petersoni* Camras & Parrillo, 1985; *S. tibialis* Camras & Parrillo, 1985; *S. iviei* Camras, 1992 e *S. sinaloae* Camras, 1989, as seis primeiras ocorrendo no Brasil. Dentre as espécies do grupo, *S. stylata* é morfologicamente mais similar a *S. stylosa* Townsend, 1897, podendo ser diferenciada desta pela presença de cerdas claras e longas nas laterais do primeiro segmento abdominal e pelos caracteres das terminálias masculina e feminina, como descritos anteriormente. Além disso, os machos também podem ser diferenciados por apresentar pêlos longos e claros na extremidade das coxas anteriores e pêlos pretos no esternito 5.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALDRICH, J.M., 1930 – American two-winged flies of the genus *Stylogaster* Macq. **Proceedings of the United States National Museum**, Washington, **78**:1-27.

CAMRAS, S. & PARRILLO, P.P., 1985 – Review of the New World *Stylogaster* (Diptera Conopidae). **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, **78**:111-126.

CAMRAS, S. & PARRILLO, P.P., 1995 [1996] – New *Stylogaster* and ranges of Conopidae (Diptera) from the Brazilian and Bolivian Amazonia. **Acta Amazonica,** Manaus, **25**:221-234.

CURRAN, C.H., 1942 – American Diptera. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, New York, **80**:51-84.

FABRICIUS, J.C., 1805 – **Systema antliatorum secundum ordines, genera, species**. Brunsvigae [Brunswick]. 373 + 30p.

KOTRBA, M., 1997 – Shoot or stab? Morphological evidence on the unresolved oviposition technique in *Stylogaster* Macquart (Diptera: Conopidae), including discussion of behavioral observations. **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, Washington, **99**:614-622.

KRÖBER, O., 1914 – Das Genus *Stylogaster* Macq. (Dipt.). **Entomologische Mitteilungen**, Hamburg, **3**:338-353.

KRÖBER, O., 1919 – Katalog der Conopiden nebst Beschreibung der Gattungen und Bestimmungstabellen der Gattungen und Art. **Archiv für Naturgeschichte**, Leipzig, **83**:43-44.

KRÖBER, O., 1929 – Die Ausbeute der Deutschen Chaco-Expedition, 1925/26. Diptera XII - Conopidae. **Konowia**, Viena, **8**:173-174.

LOPES, H.S., 1937 – Contribuição ao conhecimento do gênero *Stylogaster* Macquart, 1835 (Dip. Conopidae). **Archivos do Instituto de Biologia Vegetal**, Rio de Janeiro, **3**:257-293.

MACQUART, J., 1835 – **Historie naturelle des insects. Diptères 2**. Paris. 703p.

MACQUART, J., 1846 – Diptères exotique nouveaux ou peu connus. Suplément. **Memoire de la Societé Royale des Sciences, de l'Agriculture et des Arts,** Lille (1844):133-364.

McALPINE, J.F., 1981 – Morphology and terminology – adults. In: McALPINE, J.F; PETERSON, B.V.; SHEWELL, G.E.; TESKEY, H.J.; VOCKEROTH, J.R. & WOOD, D.M. (Eds.) **Manual of Neartic Diptera**, Ottawa: Research Branch Agriculture Canada v.1, p.9-63. (Monograph 27).

MONTEIRO, L., 1960 – Insecta Amapaensia. Diptera Conopidae: Espécies do gênero *Stylogaster* Macquart, 1835. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, **58**:103-114.

OSTEN-SACKEN, C.R., 1858 – Catalogue of the described Diptera of North America. **Smithsonian Miscellaneous Collections**, Washington, **12**:1-276.

PAPAVERO, N., 1971 – Family Conopidae. In: PAPAVERO, N. (Org.) **A Catalogue of the Diptera of the America South of the United States**. São Paulo: Departamento de Zoologia, Secretaria de Agricultura. v.47, 1-28p.

ROEDER, V.V., 1891 – Ueber die dipteren-gattung *stylogaster* macq. **Wien Entomologische Zeitschrift**, Viena, **11**:287.

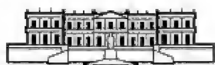
SAY, T., 1823 – Descriptions of dipterous insects of the United States. **Journal of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia**, Philadelphia, **3**:9-54, 73-104.

SMITH, K.G.V. & PETERSON, B.V., 1987 – Conopidae. In: McALPINE, J.F; PETERSON, B.V.; SHEWELL, G.E.; TESKEY, H.J.; VOCKEROTH, J.R. & WOOD, D.M. (Eds.) **Manual of Neartic Diptera**. Ottawa: Research Branch Agriculture Canada. v.2, p.749-756. (Monograph 28).

TOWNSEND, C.H.T., 1897 – Contribution to the New Mexico Biological Station. No.2- On a collection of Diptera from the Lowlands of the Rio Nautla, in the State of Vera Cruz. **Annals and Magazines of Natural History**, London, **19**(ser.6):16-34.

WIEDEMANN, C.R.W., 1830 – **Aussereuropäische zweiflügelige Insekten**. Als Fortsetzung des Meigenschen Werkes. v.2. Hamm. xii, 684p.

WILLISTON, S.W., 1893 – Diptera brasiliana, Part III. **Kansas University Quarterly**, Kansas City, **1**:119-122.


Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, v.61, n.4, p.221-239, out./dez.2003
ISSN 0365-4508

BATHYNOMUS A. MILNE EDWARDS, 1879 (ISOPODA, CIROLANIDAE) FROM THE BRAZILIAN COAST, WITH DESCRIPTION OF A NEW SPECIES [1]

(With 14 figures)

NOA MAGALHÃES [2]
PAULOS. YOUNG [2]

ABSTRACT: In this study two species of *Bathynomus* are redescribed from Brazil: *B. giganteus and B. miyarei*. Furthermore, *Bathynomus obtusus* new species is described, which is characterized by having coxal plates 4-7 with setae on posterior margin, coxal plate 7 with posterior margin straight; pleotelson with posterior margin with 7 teeth; pereopod 1-7 with setae on dorsal margins of uropod basis with inner and distal margins of endopod forming and angle of 115°. *Bathynomus giganteus* is recorded from the Western Atlantic from Florida Strait south to northern of Rio de Janeiro, Brazil; *B. miyarei* from Ceará to Rio Grande do Sul; and *B. obtusus* sp.nov. from Bahia and Espírito Santo states.

Key words: Crustacea, Isopoda, Taxonomy, Deep Sea, Brazil, *Bathynomus*.

RESUMO: *Bathynomus* (Isopoda, Cirolanidae) da costa do Brasil, incluindo a descrição de uma nova espécie. O presente estudo redescreve duas espécies registradas para o Brasil: *B. giganteus* e *B. miyarei*. Além disso, *B. obtusus* espécie nova é descrita e é caracterizada por possuir placas coxais 4 a 7 com cerdas na margem posterior, placa coxal 7 com margem posterior reta; pleotelson com margem posterior com 7 dentes; pereópodos 1 a 7 com cerdas na margem dorsal das bases e urópodo com margens interna e distal do endópodo formando ângulo de 115°. *Bathynomus giganteus* é registrada para o Atlântico ocidental desde o Estreito da Flórida ao norte do Rio de Janeiro, Brasil; *B. miyarei* do Ceará ao Rio Grande do Sul; e *Bathynomus obtusus* sp.nov. da Bahia ao Espírito Santo.

Palavras-chave: Crustacea, Isopoda, Taxonomia, Mar Profundo, Brasil, *Bathynomus*.

INTRODUCTION

Nine species of *Bathynomus* are known: *B. giganteus* A. Milne Edwards, 1879, occurring in all oceans (A. MILNE EDWARDS, 1879; A. MILNE EDWARDS & BOUVIER, 1902; HANSEN 1903; RICHARDSON, 1905; LLOYD, 1908; SHIH, 1972; HOLTHUIS & MIKULKA, 1972; COELHO & REGIS, 1987; PIRES-VANIN, 1998); *B. doederleini* Ortmann, 1894; *B. affinis* Richardson, 1910, and *B. propinquus* Richardson, 1910, from Philippines (ORTMANN, 1894; A. MILNE EDWARDS & BOUVIER, 1902; RICHARDSON, 1910; HALE, 1940; SHIH, 1972; HOLTHUIS & MIKULKA, 1972); *B. decemspinosus* Shih, 1972, from Taiwan (SHIH, 1972); *B. miyarei* Lemos de Castro, 1978, from Brazil (LEMOS DE CASTRO, 1978; COELHO & REGIS, 1987; PIRES-VANIN, 1998); *B. immanis* Griffin, 1975; *B. kapala* Bruce, 1986, and *B. pelor* Bruce, 1986, from Australia (GRIFFIN, 1975; BRUCE, 1986). Therefore, from Brazil only two species are recorded: *B. giganteus* and *B. miyarei,* the former occurring in Brazil from the Amazonas estuary south to Rio de Janeiro and the late from Ceará to Rio Grande do Sul.

During the trawlings executed during the Revizee Program (Section Bahia I) several specimens of *Bathynomus* were collected between 19°S to 21°S, in depths varying from 518 to 910m, and during the Bahia II Section they were collected between 13°S and 21°S and from 233 to 2271m. During, another cruise using traps, a large number of specimens of *Bathynomus* were collected (>1500), between 15°S and 38°S in depths from 252 to 840m. This study includes the redescription of *B. giganteus* and *B. miyarei* including new records off Brazilian coast, while, a new species is described. All the specimens are deposited in the Crustacean Collection of the Museu Nacional, Rio de Janeiro (MNRJ).

[1] Submitted on August 22, 2002. Accepted on July 24, 2003.
[2] Museu Nacional/UFRJ, Departamento de Invertebrados. Quinta da Boa Vista, São Cristóvão, 20940-040, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

TAXONOMIC PART

Genus *Bathynomus* A.Milne Edwards, 1879

Diagnosis – Frontal lamina triangular; eyes present, but not conspicuous dorsally; pleonites 3-4 with postero-lateral margins projected to posterior portion of pleon; posterior margin of pleotelson dentate; antenna 1 with small exopod on distal margin of peduncle article 3; peduncle of antenna 2 with articles 3-4 subequal in length, 5 longer; endite of maxilliped with 4-7 coupling hooks; ischium and merus of pereopods 1-3 with projected dorsal margin; pleopods 2-5 with marginal setae and branchiae on both sides of endopods peduncle, except first one where branchiae are restricted to dorsal surface; appendix masculina situated medially between peduncles of pleopods 2.

Bathynomus giganteus A.Milne Edwards, 1879 (Figs.1-5)

Bathynomus giganteus A. Milne Edwards, 1879; A. MILNE EDWARDS & BOUVIER, 1902:133, pls.1-2, fig.1; pl.3, figs.1-2; pl.4, figs.1-11; pl.5, figs.1-13; pl.6, figs.1-8; pl.7, figs.1-7; pl.8, figs.1-7; ORTMANN, 1894:191-193; HANSEN, 1903:19, pl.4, figs.1-9; RICHARDSON, 1905:130, figs.112-118; 1910:3; LLOYD, 1908:81, figs.1-8; pl.10, figs.1-6; pl.11, figs.1-8; pl.12, figs.1-7; HOLTHUIS & MIKULKA, 1972:576, fig.1; SHIH, 1972:3; LEMOS DE CASTRO, 1978:41, figs.20-23; MARTIN & KUCK, 1990:27; PIRES-VANIN, 1998:608.

Material examined – Revizee Program, 19°42.736'S, 38°36.472'W, 910m, 1♂ and 1♀, MNRJ13713; 21°48.496'S, 40°01.539'W, 592-618m, 1♀ and 1♂, MNRJ13712; 19°42.684'S, 38°44.568'W, 895-1004m, 1♀, MNRJ15178; 19°47.581'S, 38°59.827'W, 1183-1318m, 1♀, MNRJ15179; 13°08.058'S, 38°24.582'W, 736-803m, 4♂ and 1 immature, MNRJ15181; 13°24.968'S, 38°38.277'W, 727-801m, 3♂, MNRJ15184; 15°07.158'S, 38°40.542'W, 1012-1035m, 2♂ and 2♀, MNRJ15185; 14°16.764'S, 38°38.978'W, 1591-1709m, 2♂ and 2♀, MNRJ15186; 21°10.040'S, 40°13.601'W, 545-579m, 1♂, MNRJ15187; 14°34.565'S, 38°51.672'W, 714-822m, 1♂, MNRJ15188; 13°24.968'S, 38°38.277'W, 727-801m, 3♂, MNRJ15189; 15°30.548'S, 38°37.821'W, 2♀ and 2♂, MNRJ16327-16328.

Diagnosis – Coxal plates 2-3 slightly flexed laterally. Coxal plates 7 with posterior margin convex. Posterior margin of pleotelson with 11 or 13 teeth. Uropod endopod with inner and distal margins forming an angle of 75°; exopod paddle-shaped, inner margin straight and lateral margin convex, setulae on ¾ of its distal portion.

Description – Specimens from 7 up to 34cm of body length. Body (Figs.1A, 1C, 2A) oval, with length approximately 2.5 times its width (excluding the plates). Tergites strongly arched, recovered by small pits.

Head (Figs.1A-B) wider than long, semicircular, fused at posterior margin with the first segment of pereon; anterior margin slightly concave, forming a wide ridge projecting above antenna 1.

Clypeus (Fig.3A) flat and parallel in relation to body plan; antero-median portion triangular, projected beyond frontal lamina, conspicuous dorsally; posterior portion squared, projecting posteriorly.

Frontal lamina (Fig.1B) flat, sessile, triangular, transverse in relation to the body, separating basis of antenna and hidden by anterior portion of clypeus in ventral view.

Eye (Fig.1B) lateral, convex and triangular; lateral margin concave, dorsal margin straight and ventral margin slightly convex; situated at the antero-ventral portion of head, totally hidden dorsally by a ridge.

Pereon (Figs.1A, 1C, 2A) about half length of body. Pereonite 1 wider than the others, antero-lateral margin with parallel ridges. Pereonites 5-7 shortening progressively.

Coxal plate 1 (Figs.1A, 1C, 3B) fused to pereonite 1. Coxal plates 2-7 conspicuous, separated from tergites by well marked dorsal sutures; each coxal plate with oblique carina. Coxal plates 2-3 slightly flexed dorsally, 4-7 directed posteriorly, with postero-lateral angles progressively acute. Coxal plates 5-7 with few setae on ventral surface. Posterior margin of coxal plate 7 convex.

Pleon (Figs.1A, 1C, 2A, 2D) about $^{1}/_{5}$ of body length, with five free pleonites. Pleonite 1 reaching $^{1}/_{3}$ of anterior margin of pleonite 2; pleonite 2 reaching half of anterior margin of pleonite 3; pleonites 3-5 reaching the anterior margin of pleotelson. Pleonites 2-5 with ridged lateral margins. Pleonites 1-5 with plumose setae on ventral surface.

Pleotelson (Figs.1A, 3C) with about $^{1}/_{4}$ of body length, wider than long, with median dorsal carina; posterior margin dentate, with 9 or 11 large medial teeth, followed by 2 small lateral

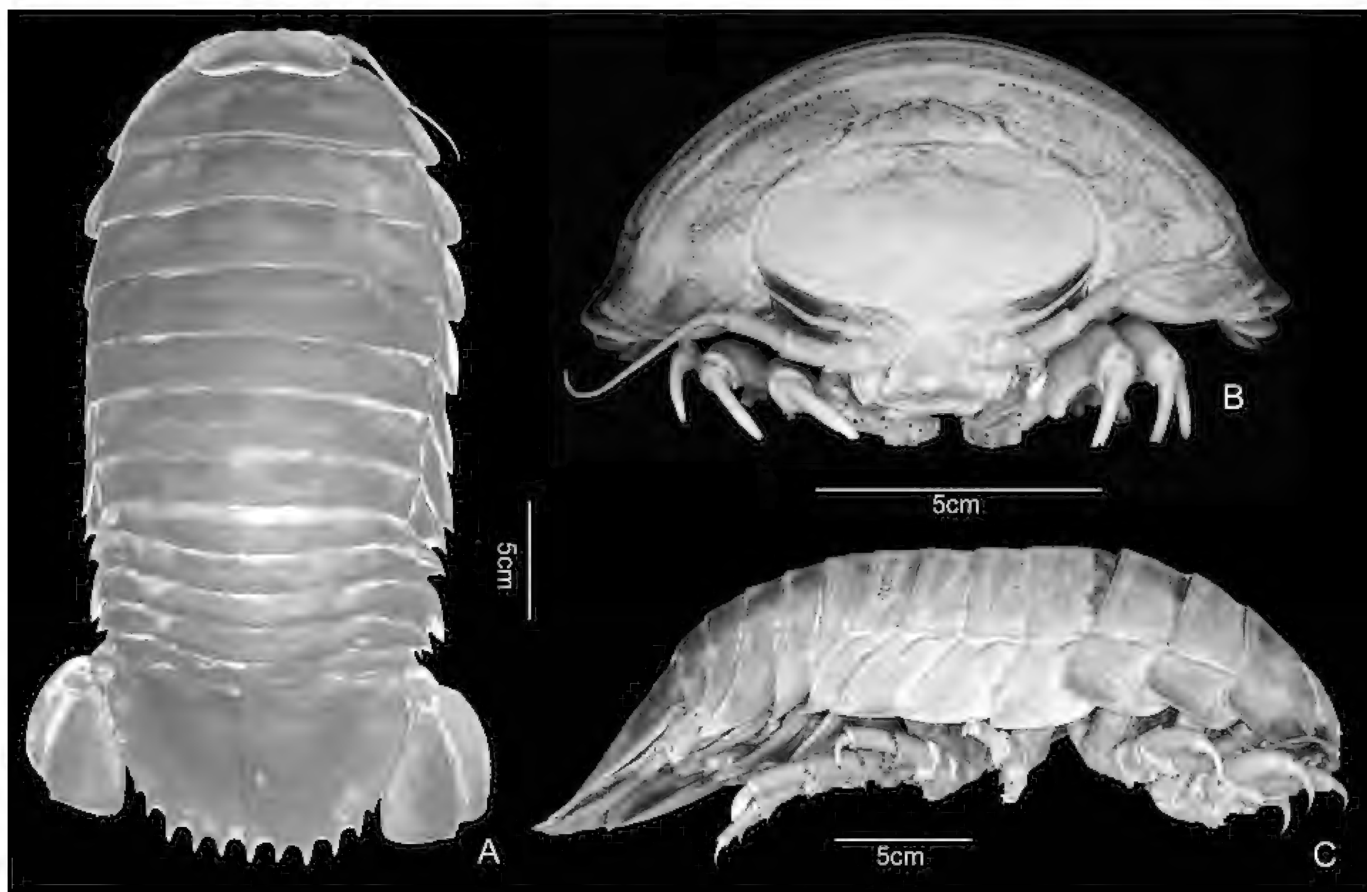


Fig.1- *Bathynomus giganteus* A. Milne Edwards, 1879; ♂, 32cm, MNRJ13712: (A) dorsal view; (B) head, frontal view; (C) lateral view.

teeth, setulae distributed between teeth.

Antenna 1 (Figs.1B, 3D) $^1/_3$ of antenna 2 length. Peduncle with 3 articles decreasing in length from base to flagellum; exopod vestigial. Flagellum reaching eyes posteriorly; varying from 46 to 50 articles, each article with a disto-lateral setose projection, except articles 1-2, which lack projections and are longer than others.

Antenna 2 (Figs.1A-C, 3E-F) peduncle with 5 conspicuous articles besides one article very reduced at basal position. Flagellum with about 60 articles, reaching anterior margin of pereonite 2.

Mandible (Figs.4A-B) with tridentate incisor, posterior tooth curving ventrally; row with 8-10 stout setae, equal in size, arranged in a semicircle. Left mandible with lacinia mobilis on anterior margin of setae row. Molar process well developed, with acute spines on upper margin. Palp with proximal article short, smaller than half of median article length; median article with several simple setae on distal half of anterior margin; distal article short and flattened, with simple setae on lateral margin and long setae distally.

Maxilla 1 (Fig.4D), outer lobe with 11 stout setae on cutting margin, forming a semicircle at distal portion, with setulae central to semicircle; inner lobe with 4 circumplumose setae and a simple thin setae between them on cutting edge.

Maxilla 2 (Fig.4E) with similar outer and inner lobes. Outer lobe slender and biarticulated, with 10 long, simple setae distally and 5 smaller setae on lateral margin. Inner lobe slender, with 12 long, simple setae distally and 4 small setae on lateral margin. Inner lobe thick, with several short, simple setae apically and longer circumplumose setae below.

Maxilliped (Fig.2B), palp with 5 articles, inner margin with simple setae and lateral margin with plumose setae; distal article triangular; endite short, cylindrical with 5 coupling hooks. Mature female with marsupium (Fig.2A), distinguished from immature female by the presence of projecting lobule on external surface of second basal article, with setae along margins (Fig.2B).

Pereopods (Figs.1B-C, 2A, 2C) 1-3 similar. Pereopod 1 ischium with stout setae and thin setae and merus with stout setae on dorsal projection; carpus narrow with stout setae on a small ventral projection; propodus with row of stout setae on palm; dactylus prominent and robust. Merus of pereopods 2-3 with dorsal elongated projection than in P1 and with row of stout setae reaching half length of propodus; carpus narrow, with ventral projection a little larger and more spinulose than in P1. Pereopods 4-7 similar, without projections, with stout setae along inferior

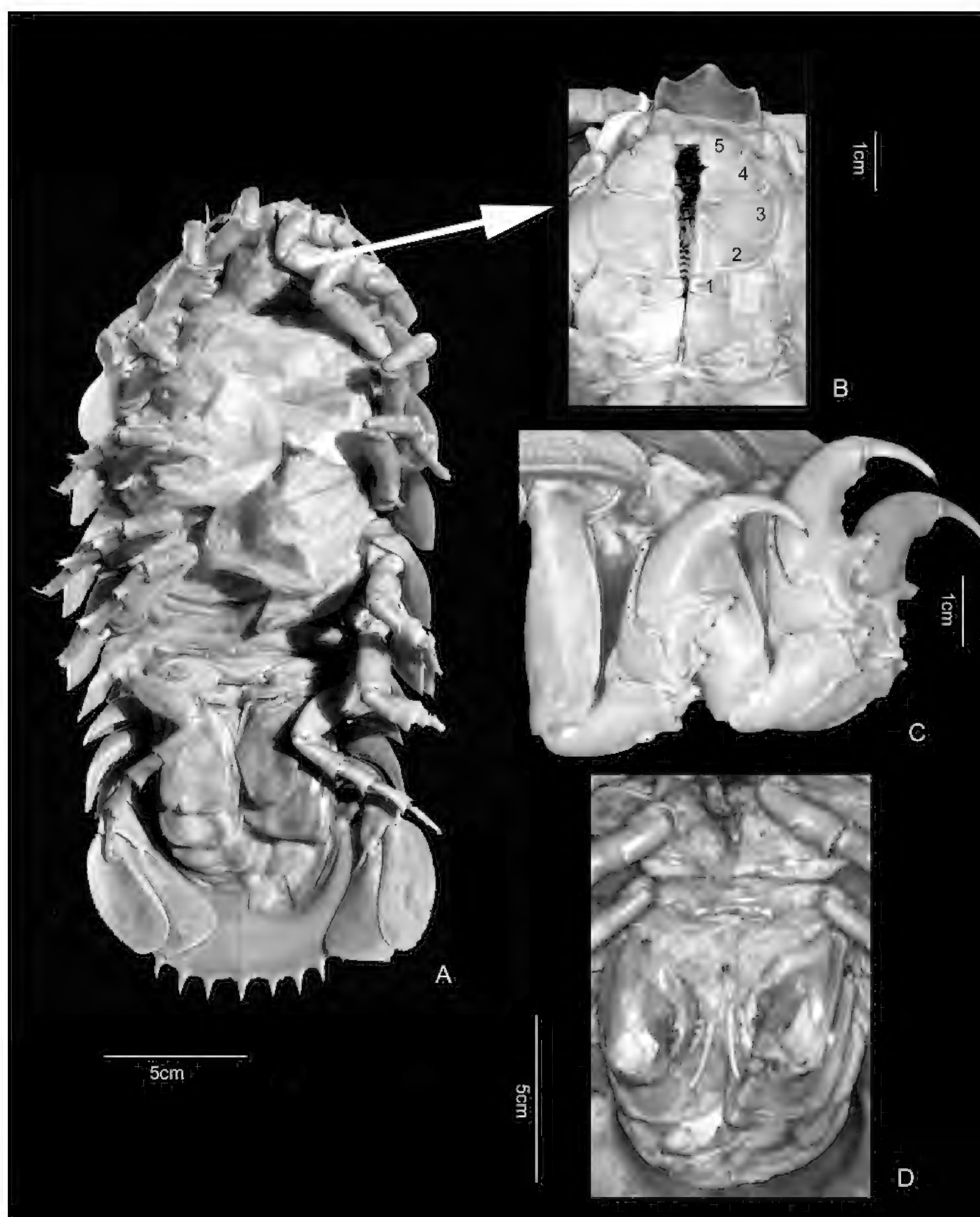


Fig.2- *Bathynomus giganteus* A. Milne Edwards, 1879; ♀ , 30cm, MNRJ13712: (A) ventral view with oostegites; (B) maxilliped of mature female (with lobe on second basal article); (C) pereopods 1-3. ♂ , 30cm, MNRJ13712; (D) second pleopod with appendix masculina.

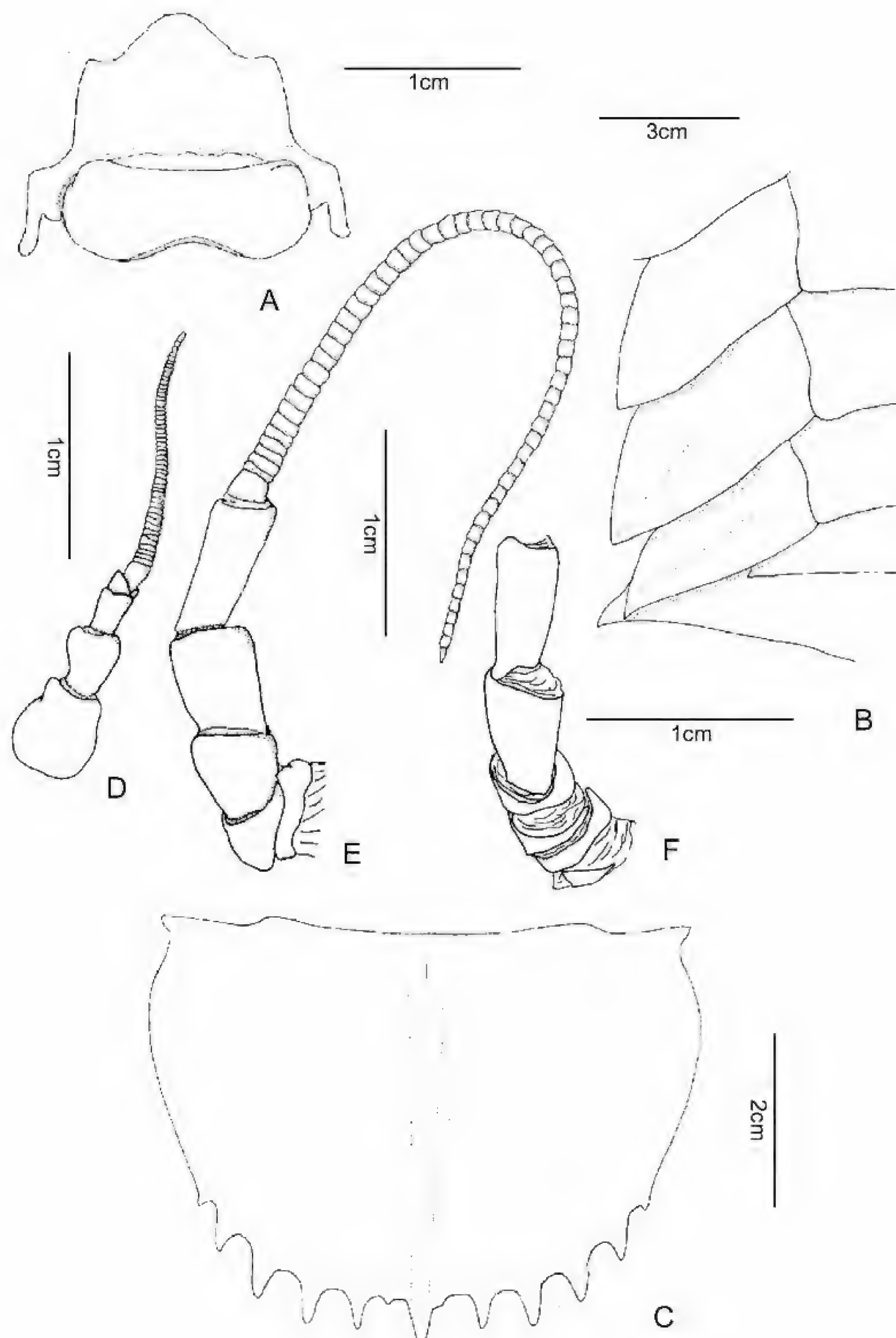


Fig.3- *Bathynomus giganteus* A. Milne Edwards, 1879; ♂, 18cm, MNRJ15186: (A) clypeus and labrum, ventral view; (B) coxal plates 5-7, dorsal view; (C) pleotelson, dorsal view; (D) antenna 1, outer view; (E) antenna 2, outer view; (F) antenna 2 peduncle, inner view.

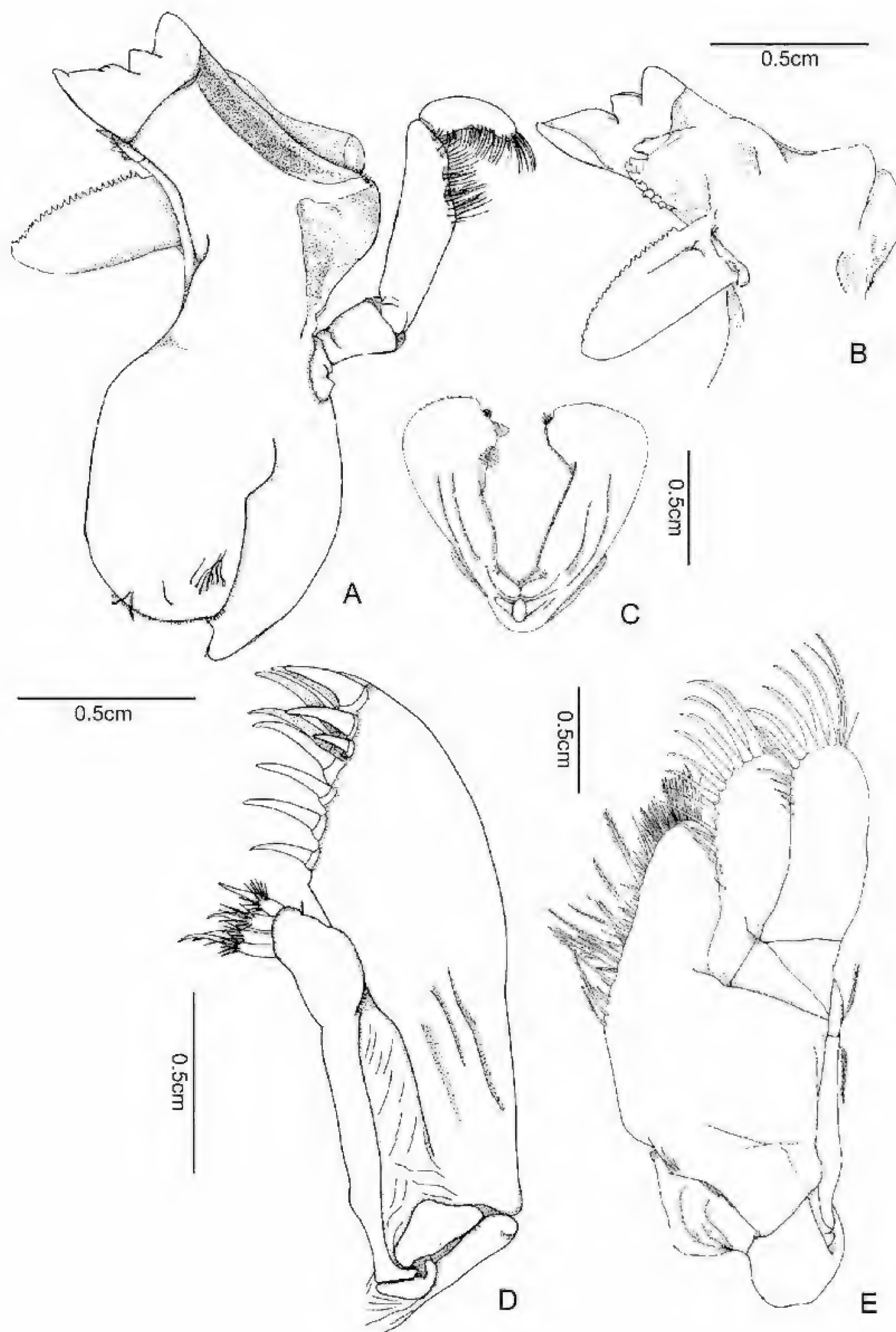


Fig.4- *Bathynomus giganteus* A. Milne Edwards, 1879; ♂, 18cm, MNRJ15186: (A) left mandible, outer view; (B) right mandible, inner view; (C) labium, outer view; (D) maxilla 1, outer view; (E) maxilla 2, outer view.

margin of each article. Basis of pereopods 6-7 with setae on posterior margin.

Pleopods 2-5 (Figs.2A, 2D) with branchiae at dorsal and ventral surfaces of endopods, larger at dorsal surface; pleopod 1 with branchiae only on dorsal surface. Appendix masculina (Figs.2D, 5A) articulating on medial margin of endopod of pleopod 2, smaller than endopod. Pleopods membranous and setose.

Uropod (Figs.1A, 2A, 5B) not extending beyond posterior margin of pleotelson; both rami developed. Endopod triangular with stout setae on distal margin; inner and distal margins forming an angle of 75°, both with long, simple setae; exopod paddle-like with uniform width, inner margin straight, and outer margin convex, with stout setae and thin setae along ¾ of its distal portion, distal margin with stout setae.

Remarks – A. MILNE EDWARDS (1879) described *Bathynomus giganteus* briefly, without illustrations, describing only the size, respiratory structures, and eyes, and placed it in a new genus. A. MILNE EDWARDS & BOUVIER (1902) provided a complete study of *B. giganteus*, well illustrated and, later, HANSEN (1903) added new information to the description. LLOYD (1908) described its inner anatomy and HOLTHUIS & MIKULKA (1972) gave data on color, size, development and alimentary habit.

RICHARDSON (1905) redescribed the species and noted that antenna 2 reached half the length of pereonite 4. In specimens examined here the antenna 2 reached pereonite 2.

The body shape and the number of teeth from pleotelson are similar in *B. giganteus and B. propinquus* (RICHARDSON, 1910), the shape of pleotelson, the exopod of uropod, and the frontal lamina, besides the size of antenna 2 are distinct, justifying the separation of these species. The similarities and distinctions between both species are discussed by SHIH (1972) and SOONG (1992).

Beyond, the characteristic length-width ratio and the number of teeth on posterior margin of telson, *B. giganteus* can be distinguished from the other species by the shape of posterior margin of coxal plate 7 (Figs.1B, 2B), by the angle of the inner and distal margins of the endopod of uropod, by the length of the uropod in relation to telson length, and by the shape of the telson (Tab.1). Despite the 11 or 13 teeth on posterior margin of pleotelson that characterize *B. giganteus*, two females (8 and 12cm) and two males (10 and 13 cm) presented only nine teeth. All the other characteristics agree with the diagnosis of this species.

Of the fourth demersal dredges by the Program Revizee (Central Pesca Bahia I) and of 58 demersal dredges realized during Bahia II Section, *B. giganteus* was present in two samples of Bahia I and in nine of Bahia II. During the Program Revizee (Pesca Covos), which used traps, most samples had specimens of *B. giganteus*, proving this to be an efficient method to catch those animals.

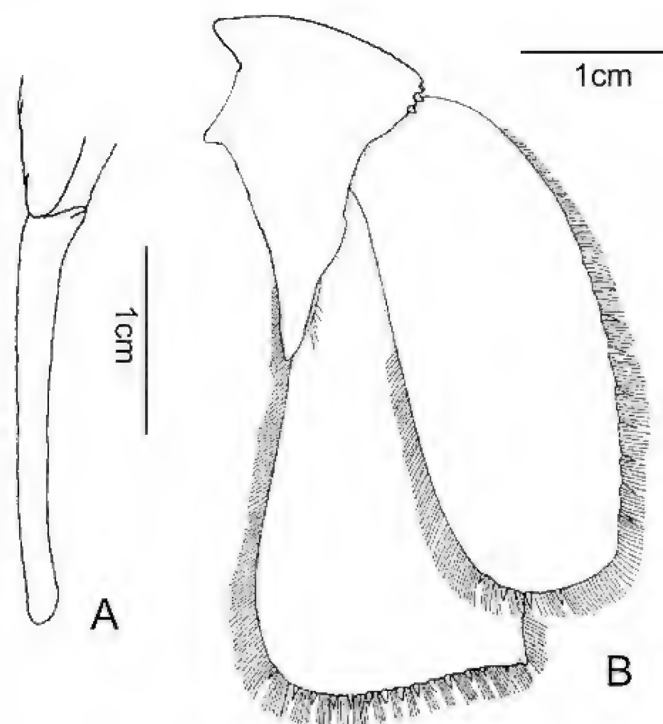


Fig.5- *Bathynomus giganteus* A. Milne Edwards, 1879; ♂, 18cm, MNRJ15186: (A) pleopod with appendix masculina; (B) uropod.

Bathynomus giganteus has a world wide distribution, occurring in the Western Atlantic, Indian Ocean (Arabian coast, Laccadive Sea and Bengal Bay) (HOLTHUIS & MIKULKA, 1972) and Pacific Ocean (Southwest of Taiwan) (SOONG, 1992).

With these new records, *B. giganteus* is recorded in the Western Atlantic from Florida Strait (23°N 82°W, 26°N 79°W) (HOLTHUIS & MIKULKA, 1972) south to north of Rio de Janeiro State (21°S), thus enlarging its meridional distribution. *B. giganteus* has a bathymetric range from about 200 to1800m of depth.

TABLE 1

Distinguishing characters of *Bathynomus* species from (1) A. MILNE EDWARDS & BOUVIER, 1902; (2) RICHARDSON, 1910; (3) SHIH, 1972; (4) GRIFFIN, 1975; (5) LEMOS DE CASTRO, 1978 AND (6) BRUCE, 1986

Species characters	*B. giganteus* (1)	*B. doderleini* (1, 3, 6)	*B. propiquus* (2, 6)	*B. affinis* (2, 3, 6)	*B. decempinosus* (3, 6)	*B. miyarei* (5)	B. *immanis* (6)	*B. kapala* (6)	*B. pelor* (6)	*B. obtusus* sp.nov.
Angle of uropod endopod	75°	106°	± 55°	83° - 86°	92°	90°	90°-95°	±80°	±100°	115°
Uropod length	shorter than telson	equal to telson	shorter than telson	shorter than telson	shorter than telson	shorter than telson	shorter than telson	equal to telson	equal to telson	longer than telson
Shape of coxal plate 7 posterior margin	convex	–	–	–	concave	convex	little convex	convex	convex	straight
Number of pleotelson teeth	11	7	11	9	7	9	7	7	11	9
Distribution of the setae along the exopod uropod lateral margin	3/4 distally	4/5 distally	all extension	–	–	2/3 distally	2/3 distally	–	3/4 distally	almost all extension
Shape of distal portion of exopod uropod	rounded, without angles	acuminated, with obtuse angle	angulose externally and rounded internally	acuminated, with obtuse angle	acuminated, with obtuse angle	angulose externally and rounded internally	angulose externally and rounded internally	squared, with two angles	angulose externally and rounded internally	squared, with two angles
Number of teeth on maxilla 2	11	11	11	11	10	11	10	11	11	11
Number of coupling teeth	5	5	–	5	4	5	7	6	4	5

Bathynomus miyarei Lemos de Castro, 1978
(Figs.6-10)

Bathynomus miyarei Lemos de Castro, 1978:41, figs.1-23; PIRES-VANIN, 1998:608.

Material examined – Holotype, 29°20'S, 48°W, 280m, 1♂, MNRJ6444. Paratypes, Ceará, Acaraú, 80m, 1♂, MNRJ13385; Rio Grande do Norte, Natal, 22m, 1♂, MNRJ13386. Other material: 29°20'S, 48°W, 1♂, MNRJ6445; Brazil, without detailed locality, 1♂, MNRJ191. Revizee Program, 21°48.496'S, 40°01.539'W, 592-618 m, 2♀, 1 manca, MNRJ13712; 13°30.909'S, 38°41.131'W, 339-799m, 1♀, 1♂, MNRJ15190; 13°24.353'S, 38°39.782'W, 457-607m, 1♀, MNRJ15191; 14°34.565'S, 38°51.672'W, 714-822, 1♀, 4♂, 1 manca, MNRJ15192; 19°43.828'S, 39°24.583'W, 605-619m, 2♀, 3♂, 1 juvenile, MNRJ15195; 13°08.058'S, 38°24.582'W, 614-629m, 1♂, MNRJ15197; 14°24.831'S, 38°53.006'W, 461-567m, 2♀, 9♂, MNRJ15199; 19°45'S, 39°28.7'W, 240-324m, 1♂, MNRJ15530; 20°40.3'S, 39°57.7'W, 264-407m, 12♀, 8♂, 1 juvenile, MNRJ15531; 20°57.2'S, 40°07.5'W, 232-555m, 10♀, 10♂, 4 juveniles, 5 mancas, MNRJ15532; 20°57.2'S, 40°07.5'W, 232-555m, 11♀, 8♂, 8 juveniles, 5 mancas, MNRJ15533.

Diagnosis – Antero-lateral margin of pereonite 1 with bifid ridges distally. Coxal plates 7 with posterior margin concave. Posterior margin of pleotelson with 9 teeth. Uropod endopod with inner and distal margins forming an angle of 90°; exopod paddle-shaped tapering distally, with inner margin straight and lateral margin convex, setulae on $^2/_3$ of its distal portion.

Description – Specimens from 4 up to 28cm of body length. Body (Figs.6A, 6C, 7A) oval, with length approximately 3 times its width (excluding the plates). Tergites strongly arched, bearing small pits.

Head (Figs.6A-C) wider than long, semicircular, fused at posterior margin with first segment of pereon; anterior margin slightly concave, forming a wide ridge projecting above antenna 1.

Clypeus (Fig.8A) flat and parallel in relation to body plan; antero-medial portion triangular, projected beyond frontal lamina, conspicuous dorsally; posterior portion squared, projecting posteriorly.

Frontal lamina (Fig.6B) sessile, triangular, flat, transverse in relation to body, separating bases of antenna and hidden by anterior portion of clypeus in ventral view.

Eye (Figs.6B-C) lateral, convex, triangular; lateral margin concave, dorsal margin straight and ventral margin slightly convex; situated at antero-ventral portion of head, totally hidden dorsally by a ridge.

Pereon (Figs.6A, 6C, 7A) about half length of body. Pereonite 1 wider than others, antero-lateral margin with bifid ridges distally. Pereonites 5-7 shortening progressively.

Coxal plate 1 (Figs.6A, 6C, 8B) fused to pereonite 1. Coxal plates 2-7 conspicuous, separated from tergites by well marked dorsal sutures; each coxal plate with oblique carina. Coxal plates 4-7 directed posteriorly, with postero-lateral angles progressively acute. Coxal plates 4-7 with plumose setae on ventral surface. Posterior margin of coxal plate 7 concave.

Pleon (Figs.6A, 6C, 7A, 7C) about $^1/_5$ of body length, with five free pleonites. Pleonite 1 reaching $^1/_3$ of anterior margin of pleonite 2; pleonite 2 reaching half of anterior margin of pleonite 3; pleonites 3-5 reaching anterior margin of pleotelson. Pleonites 2-5 with ridged lateral margins. Pleonites 1-5 with plumose setae on ventral surface.

Pleotelson (Figs.6A, 8C) about $^1/_4$ of body length, longer than wide, with median dorsal carina; posterior margin dentate, with 7 large medial teeth, followed by 2 small lateral teeth, plumose setulae distributed between teeth.

Antenna 1 (Figs.6B, 8D) about $^1/_4$ length of antenna 2; peduncle with 3 articles, decreasing in size from base to flagellum; exopod vestigial. Flagellum reaching eyes posteriorly, varying from 48 to 50 articles; each article with a disto-lateral setose projection, except articles 1-2, which lack projections and larger than others.

Antenna 2 (Figs.6A-C, 7A, 8E-F) with peduncle with 5 conspicuous articles besides one article very reduced at basal position. Flagellum with about 70 articles, reaching anterior margin of pereonite 3.

Mandible (Figs.9A-B) with tridentated incisor; posterior tooth curving ventrally; row with 8-10 stout setae, equal in size, arranged in a semicircle. Left mandible with lacinia mobilis on anterior margin of setae row. Molar process well developed, with acute spines on upper margin. Palp with proximal article short, smaller than half of median article length; median article with several simple setae on distal half of anterior margin; distal article short and flattened, with simple setae on lateral margin and long setae distally.

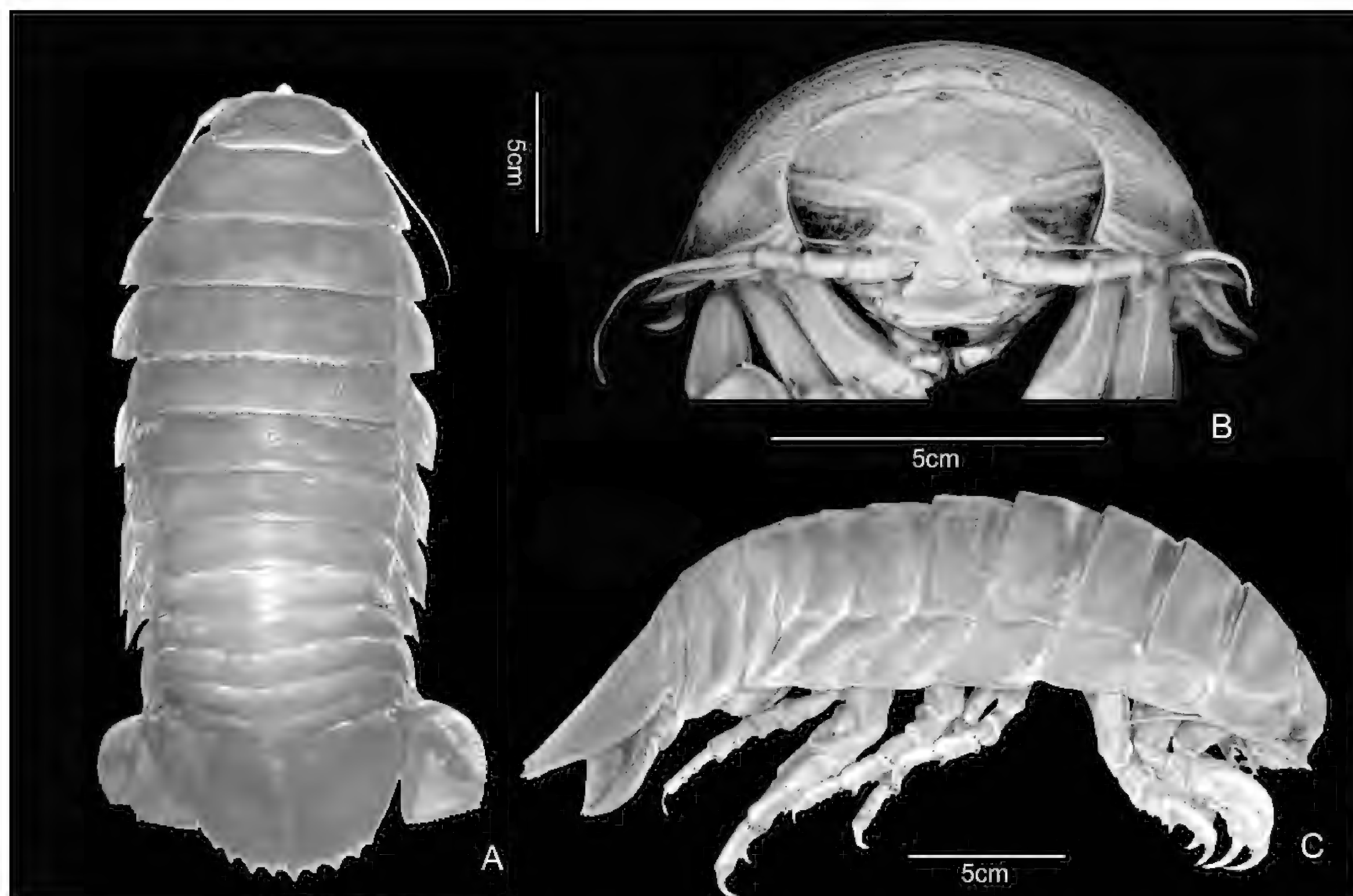


Fig.6- *Bathynomus miyarei* Lemos de Castro, 1978; ♂, 28cm, MNRJ15532: (A) dorsal view; (B) head, frontal view; (C) lateral view.

Maxilla 1 (Fig.9D), outer lobe with 11 stout setae on cutting margin, forming a semicircle at distal portion, with setulae central to semicircle; inner lobe with 4 circumplumose setae and a thin setae between them on cutting edge.

Maxilla 2 (Fig.9E) with outer and inner lobes similar. Outer lobe slender and biarticulate, with 9 long, simple setae distally and 2 smaller on lateral margin. Inner lobe slender, with 12 long, simple setae distally and 2 small setae on lateral margin. Inner lobe thick, with several short, simple setae apically and longer circumplumose setae below.

Maxilliped palp with 5 articles, inner margin with simple setae and lateral margin with plumose setae; distal article triangular; endite short, cylindrical with 5 coupling hooks. Mature female with marsupium and distinguished from immature female by presence of projecting lobule on external surface of second basal article, with setae along margins.

Pereopods (Figs.6C, 7A-B) 1-3 similar. Pereopod 1, ischium with stout setae and thin setae, merus with stout setae on dorsal projection; carpus narrow with stout setae on small ventral projection; propodus with row of stout setae on palm; dactylus prominent and robust. Merus of pereopods 2-3 with dorsal elongated projection and with row of stout setae reaching half length of propodus; carpus narrow, with ventral projection a little larger and more spinulose. Pereopods 4-7 similar, without projections, with stout setae along inferior margin of each article. Basis of pereopods 5-7 with setae on posterior margin of basis.

Pleopods 2-5 (Figs.7A, 7C) with branchiae at dorsal and ventral surfaces of endopods, larger at dorsal surface; pleopod 1 with branchiae, only on dorsal surface. Appendix masculina (Figs.7C, 10A) articulating on medial margin of endopod of pleopod 2, smaller than endopod. Pleopods membranous and setose.

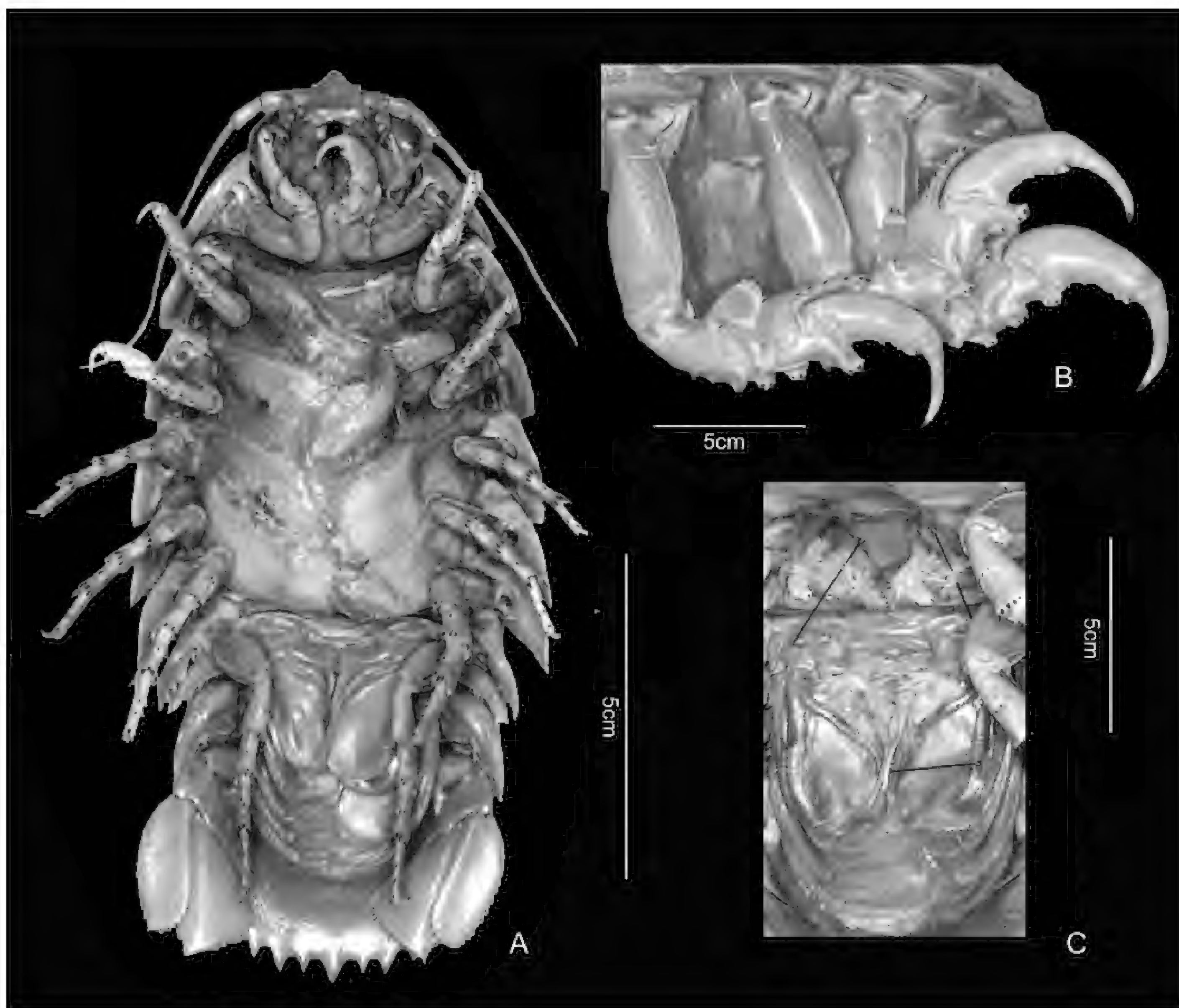


Fig.7- *Bathynomus miyarei* Lemos de Castro, 1978; ♀ , 12.5cm MNRJ15532: (A) ventral view, with oostegites; (B) pereopods 1-3. ♂ , 28cm, MNRJ15532: (C) second pleopod with appendix masculina.

Uropod (Figs.6A, 7A, 10B) not extending beyond posterior margin of pleotelson; both rami developed. Endopod triangular with stout setae on distal margin; inner and distal margins forming an angle of 90°, with long, simple setae; exopod paddle-like with uniform width, inner margin straight, and outer margin convex, with stout setae and thin setae along $^{2}/_{3}$ of its distal portion, distal margin with stout setae.

Remarks – LEMOS DE CASTRO (1978) distinguished *B. miyarei* by the number of teeth on posterior margin of pleotelson and the shape of the uropod. New observed characters, such as the concavity of the posterior margin of coxal plate 7, the number of coupling hooks of maxilliped, the length of uropod and the presence of setae on the margin of uropod, listed in table 1 are used to distinguish this species.

Bathynomus miyarei was recorded from off Ceará, Rio Grande do Norte, and Rio Grande do Sul by LEMOS DE CASTRO (1978) and from off Piauí by COELHO & REGIS (1987), occurring between depths of 80 and 280m. These new samples extended the distribution of this species to the states of Bahia, Espírito Santo and Rio de Janeiro, between 230 and 800m depth.

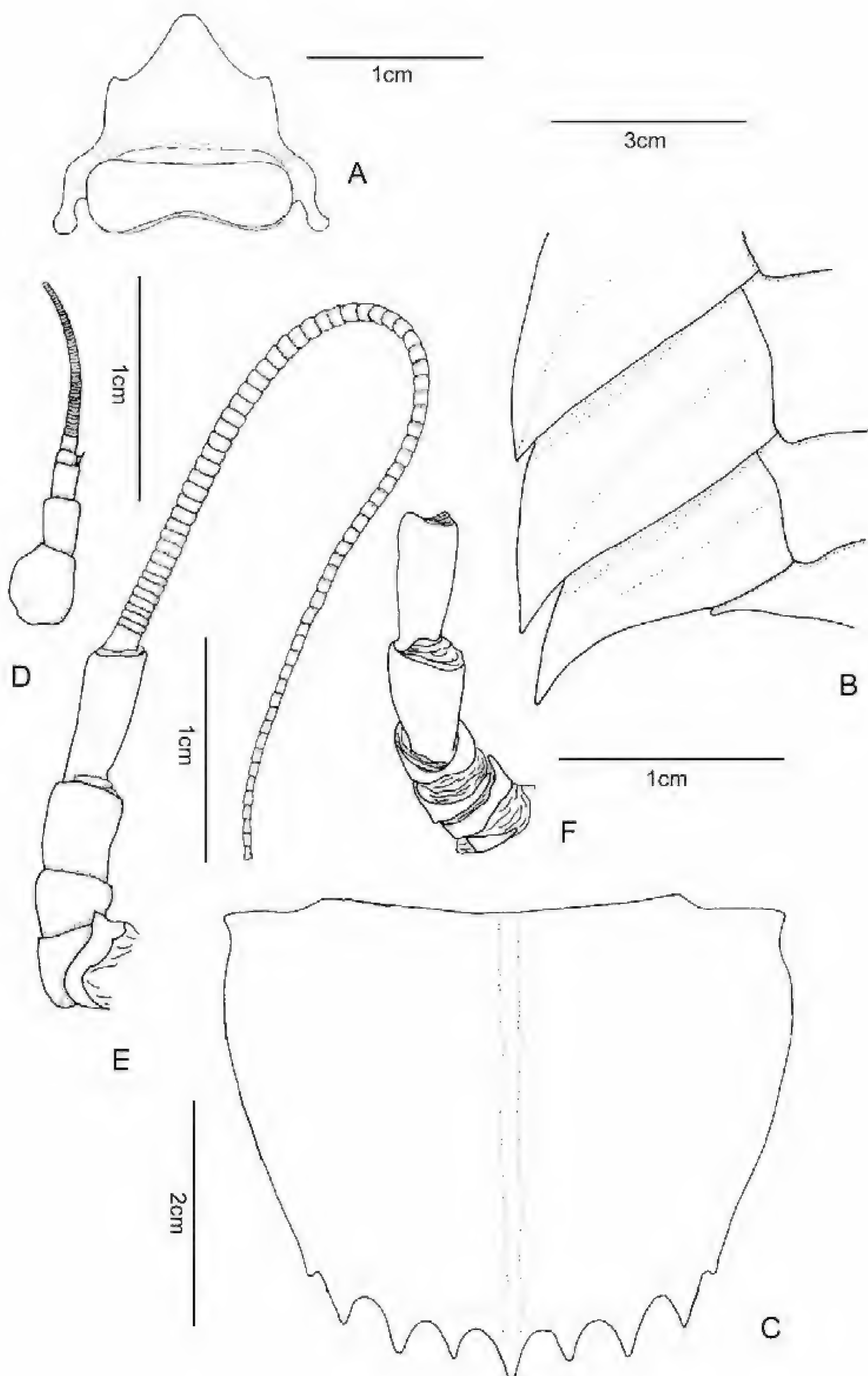


Fig.8- *Bathynomus miyarei* Lemos de Castro, 1978; ♂, 11cm, MNRJ15199: (A) clypeus and labrum, ventral view; (B) coxal plates 5-7, dorsal view; (C) pleotelson, dorsal view; (D) antenna 1, outer view; (E) antenna 2, outer view; (F) antenna 2 peduncle, inner view.

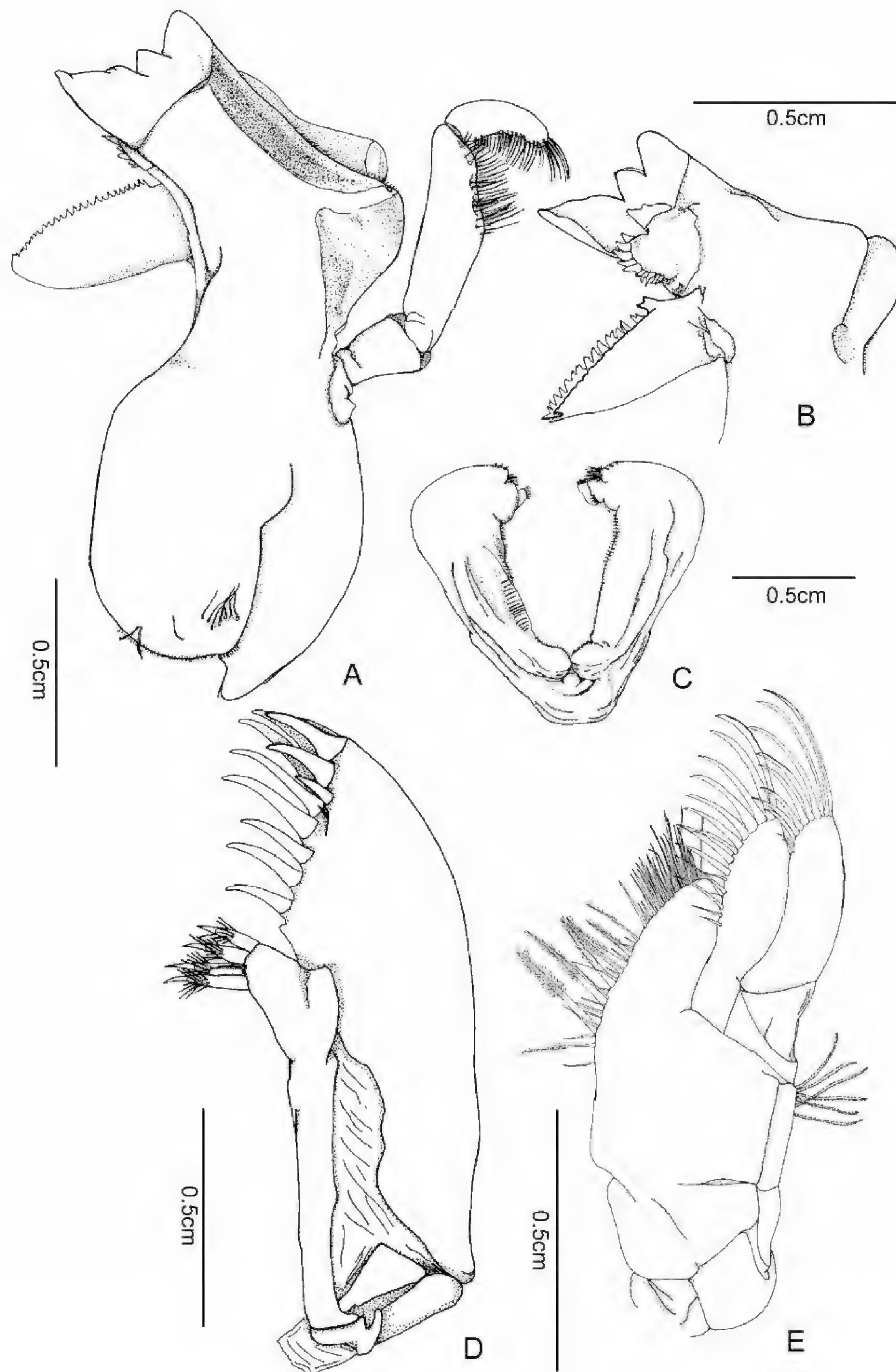


Fig.9- *Bathynomus miyarei* Lemos de Castro,1978; ♂, 11cm, MNRJ15199: (A) left mandible, outer view; (B) right mandible, inner view; (C) labium, outer view; (D) maxilla 1, outer view; (E) maxilla 2, outer view.

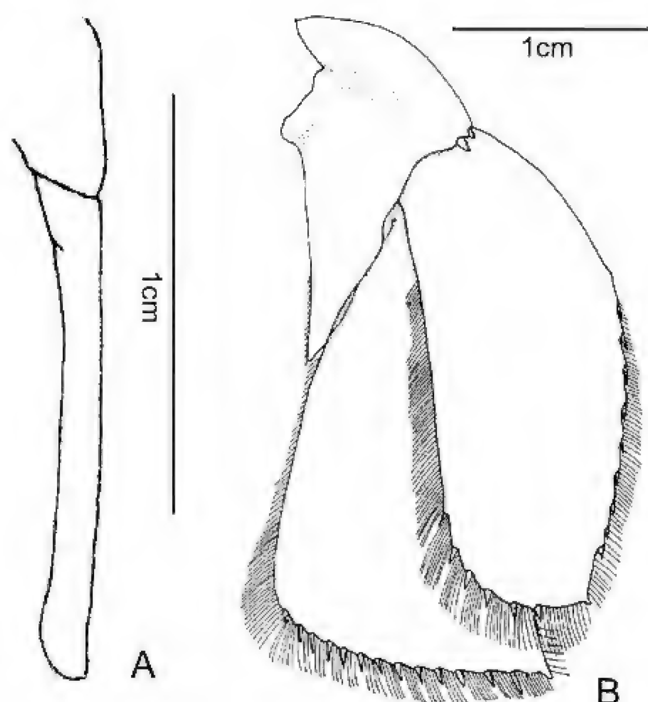


Fig.10- *Bathynomus miyarei* Lemos de Castro, 1978; ♂, 11cm, MNRJ15199: (A) second pleopod with appendix masculina; (B)uropod, dorsal view.

Bathynomus obtusus sp.nov.
(Figs.11-14)

Material examined – Revizee Program. Holotype, BRAZIL: ESPÍRITO SANTO, off Anchieta, 20°57.5'S, 40°07'8W 232-555m, 08/IV/2000, 1♂, length: 10cm, MNRJ15810. Paratypes, 21°48.496'S, 40°01.539'W, 592-618m, 2♀ and 1 juvenile, length: 7 to10cm, MNRJ16342; 20°40.3'S, 39°54.8'W, 264-407m, 1♂, length: 9,5cm, MNRJ15534; 20°57.5'S, 40°07.8'W 232-555m, 1♂, length: 10cm, MNRJ15535; 14°37.834'S, 38°52.029'W a 14°34.565'S, 38°51.672'W, 740m, 1 manca, length: 4cm, MNRJ15536; 15°30.906'S, 38°37.872'W, 675-840m, 169 juveniles, 64♀, 73♂, length: 3 to15cm, MNRJ16088.

Diagnosis – Coxal plates 4-7 with setae on posterior margin, posterior margin straight. Posterior margin of pleotelson with 7 teeth and with half length of anterior margin. Pereopods 1-7 with setae on dorsal margin of basis. Uropod endopod with inner and distal margins forming an angle of 115°; exopod rectangular, with inner and lateral margins almost straight and parallel.

Description – Specimens from 3 up to 15cm of body length. Body (Figs.11A-B, 11D) oval, with length approximately 3 times its width (excluding plates). Tergites strongly arched, recovered by small pits.

Head (Figs.11A-B, 12A-B) wider than long, semicircular, fused at posterior margin with first segment of pereon; anterior margin slightly concave, forming a wide ridge projected above antenna 1.

Clypeus (Fig.12A) flat and parallel in relation to the body plan; antero-median portion triangular, projecting beyond frontal lamina, conspicuous dorsally; posterior portion squared, projected posteriorly.

Frontal lamina (Fig.12A) sessile, triangular, flat, transversal in relation to body, separating bases of antenna and hidden by anterior portion of clypeus in ventral view.

Eye (Figs.12A-B) lateral, convex, triangular; lateral margin concave, dorsal margin straight and ventral margin slightly convex; situated at antero-ventral portion of head, totally hidden dorsally by a ridge.

Pereon (Figs.11A-B, 11D) about half length of body. Pereonite 1 wider than others, antero-lateral margin with parallel ridges. Pereonites 5-7 shortening progressively.

Coxal plate 1 (Figs.11A-B, 12C) fused to pereonite 1. Coxal plates 2-7 conspicuous, separated from tergites by well marked dorsal sutures; each coxal plate with oblique carina. Coxal plates 4-7 directed posteriorly, with postero-lateral angles progressively acute and ventrally projecting. Coxal plates 4-7 with plumose setae on ventral surface and posterior margin. Posterior margin of coxal plate 7 straight.

Pleon (Figs.11A, 11D) about $^1/_5$ of body length; with five free pleonites. Pleonite 1 reaching $^1/_3$ of anterior margin of pleonite 2; pleonite 2 reaching half of anterior margin of pleonite 3; pleonites 3-5 reaching the anterior margin of pleotelson. Pleonites 2-5 with ridged lateral margins. Pleonites 1-5 with plumose setae on ventral surface.

Pleotelson (Figs.11A, 12D) about $^1/_4$ of body length, with median dorsal carina; posterior margin with half length of anterior margin**;** dentate with 7 large medial teeth, followed by 2 small lateral teeth, plumose setulae distributed between teeth.

Antenna 1 (Figs.12A-B) $^1/_3$ of antenna 2 length. Peduncle with 3 articles, decreasing in size from base to flagellum; exopod vestigial. Flagellum reaching eyes posteriorly; varying from 30 to 34 articles, articles with a disto-lateral setose projection, except articles 1-2, which lack projection, longer than others.

Antenna 2 (Figs.11A-B, 12A-B) peduncle with 5 conspicuous articles, and one article very reduced at basal position. Flagellum with about 70 articles, reaching pereonite 2.



Fig.11- *Bathynomus obtusus* sp.nov. Holotype, ♂, 10.5cm; MNRJ15810: (A) dorsal view; (B) lateral view; (C) second pleopod with appendix masculina. Paratype, ♀, 10cm; MNRJ16087: (D) ventral view with oostegites.

Mandible (Figs.13A-B) with tridentate incisor; posterior tooth curving ventrally; row with 9-13 stout setae, equal in size, arranged in a semicircle. Left mandible with lacinia mobilis on anterior margin of setae row. Molar process well developed, with acute spines on upper margin. Palp with proximal article short, smaller than half of median article length; median article with several simple setae on distal half on anterior margin; distal article short and flattened, with simple setae on lateral margin and long setae distally.

Maxilla 1 (Fig.13C) outer lobe with 11 prominent stout setae on cutting margin, forming a semicircle at distal portion, with setulae central to semicircle; inner lobe with 4 circumplumose setae and a thin seta between them on cutting edge.

Maxilla 2 (Fig.13D) with outer and inner lobes similar. Outer lobe slender and biarticulated, with 8 long, simple stout setae distally and 5 smaller on lateral margin. Inner lobe slender, with 8 long, simple stout setae distally, 2 small stout setae on lateral margin and 6 stout setae tiny below. Inner lobe thick, with several short, simple setae distally and long circumplumose setae below.

Maxilliped (Figs.14A-B) palp with 5 articles, inner margin with simple setae and lateral margin with plumose setae; distal article triangular; endite short, cylindrical with 5 coupling hooks and several plumose setae on distal portion. Mature female with marsupium (Figs.14A-B) and distinguished from immature female by presence of projected lobule on external surface of second basal article, with setae along margins.

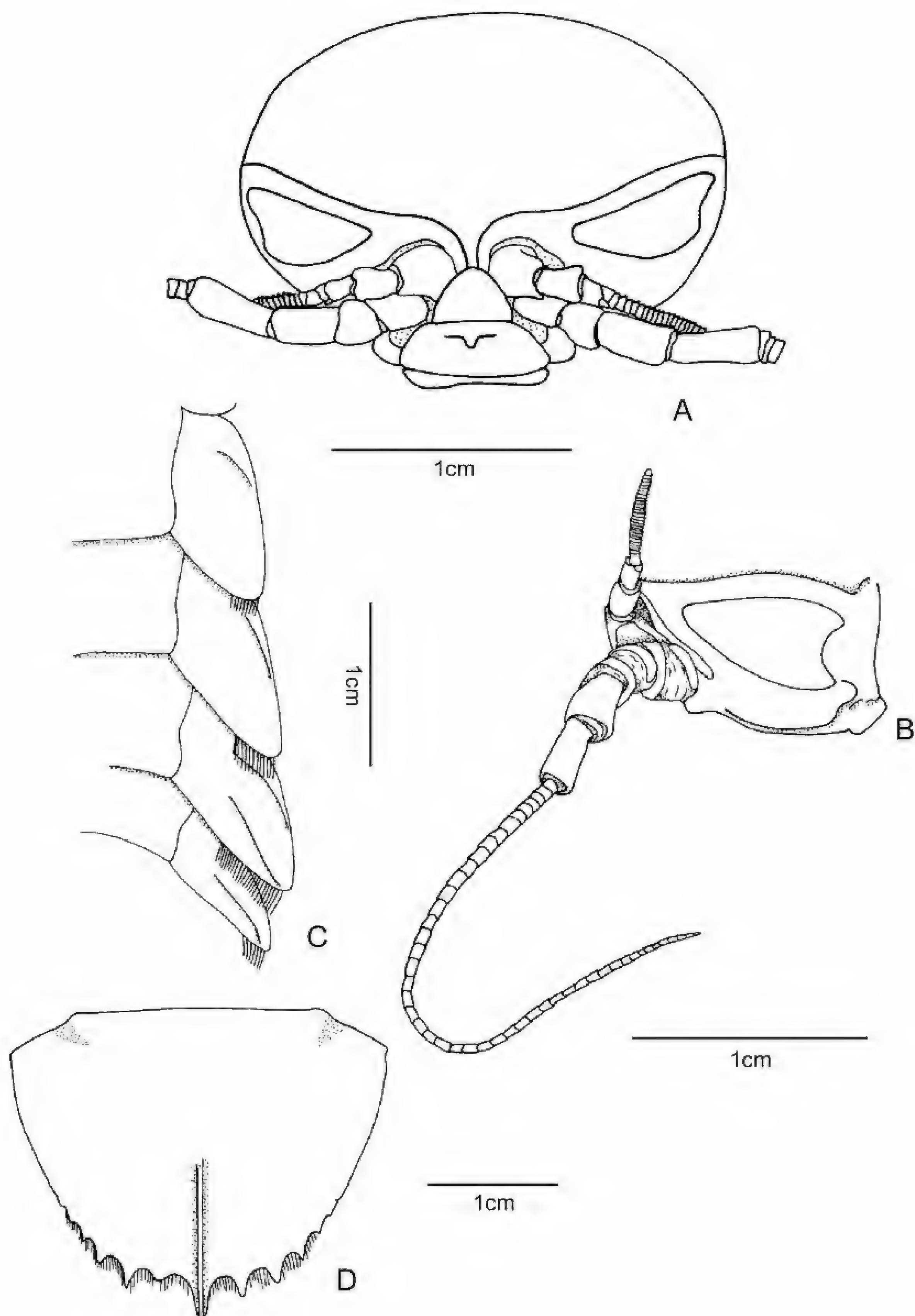


Fig.12- *Bathynomus obtusus* sp.nov. Paratype, ♀ , 11cm, MNRJ16342: (A) head, frontal view; (B) ocular region and antennae, lateral view; (C) coxal plates 4-7, dorsal view; (D) pleotelson, dorsal view.

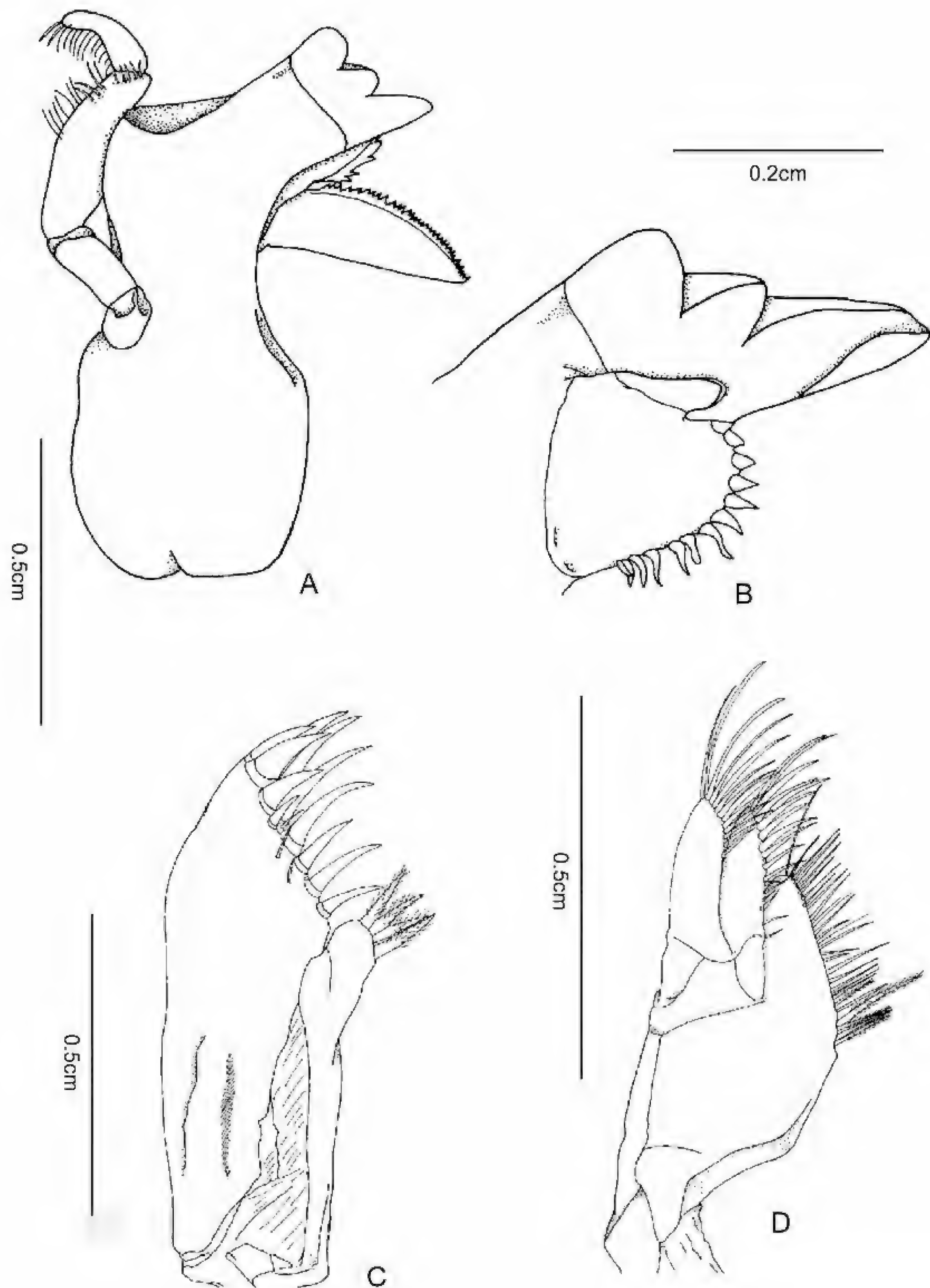


Fig.13- *Bathynomus obtusus* sp.nov. Paratype, ♀ , 11cm, MNRJ16342: (A) right mandible, outer view; (B) left mandible, inner view; (C) maxilla 1, outer view; (D) maxilla 2, outer view.

Pereopods (Figs.11B, 11D) 1-3 similar. Pereopod 1 ischium with stout setae and plumose setae, merus with stout setae at dorsal projections; carpus narrow with stout setae on small ventral projection; propodus with row of stout setae on palm; dactylus prominent and robust. Merus of pereopods 2-3 with dorsal elongated projection and with row of stout setae reaching half length of propodus; carpus narrow, with ventral projection a little larger and more spinulose. Pereopods 4-7 similar, without projections, with stout setae and plumose setae along the distal margin of each article. Basis of pereopods 1-7 with setae on posterior margin.

Pleopods 2-5 (Figs.11C-D) with branchiae at dorsal and ventral surfaces of endopods, being larger at dorsal surface; pleopod 1 with branchiae on dorsal surface. Appendix masculina (Fig.11C) articulating on medial margin of endopod of pleopod 2, smaller than endopod. Pleopods membranous and setose.

Uropod (Figs.11A, 14C) not extending beyond posterior margin of pleotelson; both rami developed. Endopod triangular with stout setae on distal margin; inner and distal margins forming an angle of 110-115°, both with long, simple setae; exopod rectangular, inner and lateral margins almost straight, parallel, setae on all lateral margin.

Etymology – From the latin *obtusus* referring to the obtuse angle between inner and lateral margins of uropod endopod.

Remarks – From the nine species described of *Bathynomus*, *B. obtusus* sp.nov. can be distinguished from *B. giganteus* A. Milne Edwards, 1879, *B. doederleini* Ortmann, 1894, *B. propinquus* Richardson, 1910, *B. decemspinosus* Shih, 1972, *B. immanis* Griffin, 1975, *B. kapala* Bruce, 1986, and *B. pelor* Bruce, 1986, by the number of teeth on posterior margin of telson. Only *B. affinis* and *B. miyarei* have nine teeth as in *B. obtusus* sp. nov. (Tab.1).

Bathynomus obtusus sp.nov. can be distinguished

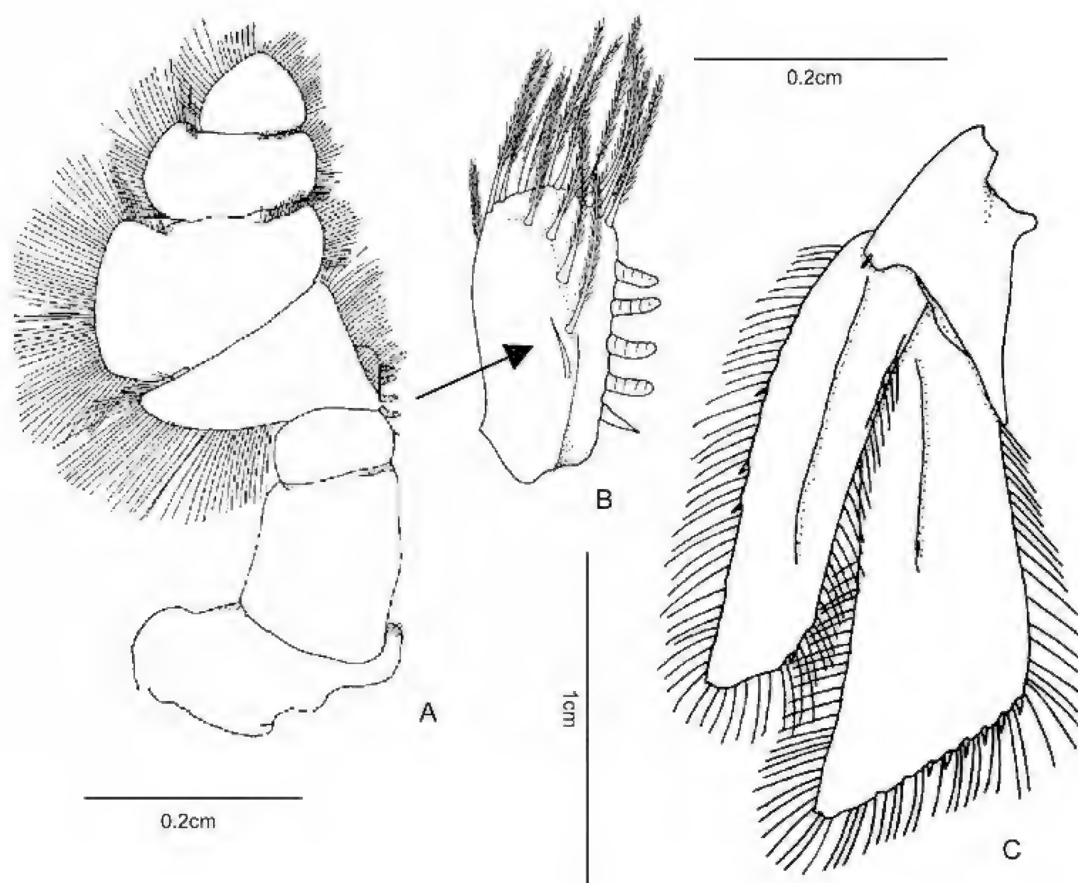


Fig.14- *Bathynomus obtusus* sp.nov. Paratype, ♀ , 11cm, MNRJ16342: (A) maxilliped, outer view; (B) maxilliped palp; (C) uropod, dorsal view.

from *B. affinis* and *B. miyarei* by the angle between inner and distal margins of the endopod of uropod and by the shape of the exopod of uropod (Tab.1).

During Bahia I and II sampling programs only seven specimens of *B. obtusus* sp.nov. were collected, but during the Revizee Covos more than one thousand specimens were obtained.

Bathynomus obtusus sp.nov. has its sexual maturity varying between 10 and 15cm of total length. The others species from Brazil appear to reach maturity only with sizes between 15 and 35cm. Furthermore, we did not find any specimen of *B. obtusus* sp.nov. greater than 15cm. Larger specimens of *B. miyarei* and *B. giganteus* reach sizes of 28cm and 35cm, respectively.

Bathynomus obtusus sp.nov. is recorded along the Brazilian coast between Bahia (14°S) and Espírito Santo states (21°S) occurring in depths varying from 232 to 840m.

ACKNOWLEDGEMENTS

To Paulo A. S. Costa (Universidade do Rio de Janeiro - UNIRIO), header of the Revizee Program; Adriana C. Braga (UNIRIO); Eduardo Netto (Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira - IEAPM), Ricardo Gaelzer (IEAPM), for allowing me to study these collections; Cristiana Serejo (MNRJ), for comments during this study and on the manuscript, which significantly improved this paper.

This study was supported by the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) and by additional financial support from Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ).

LITERATURE CITED

BRUCE, N.L., 1986 – Cirolanidae (Crustacea: Isopoda) of Australia. **Records of the Australian Museum**, Sydney, **6**:126-219.

COELHO, P.A. & REGIS, R.A., 1987 – Litoral do Piauí e Ceará: Crustacea, Isopoda. **Anais da Sociedade Nordestina de Zoologia**, Teresina, **2**(2):69-76.

GRIFFIN, D.J.G., 1975 – A new giant deep-water isopod of the genus *Bathynomus* (Flabellifera: Cirolanidae) from eastern Australia. **Proceedings of the Linnaean Society of New South Wales**, New South Wales, **100**:103-109.

HALE, H.M., 1940 – Report on the cymothoid Isopoda obtained by the F.I.S. "Endeavour" on the coasts of Queensland, New South Wales, Victoria, Tasmania, and South Australia. **Transactions of the Royal Society of South Africa**, Cape Town, **64**(2):288-304, pl.18.

HANSEN, H.J., 1903 – The deep-sea isopod *Anuropus branchiatus* Bedd and some remarks on *Bathynomus giganteus* A.M.Edw. **Journal of the Linnaean Society of London**, London, **29**:12-25, pl.4.

HOLTHUIS, L.B. & MIKULKA, W.R., 1972 – Notes on the deep-sea isopods of the genus *Bathynomus* A. Milne Edwards, 1879. **Bulletin of Marine Science**, Miami, **22**(3):575-591.

LEMOS DE CASTRO, A., 1978 – Descrição de uma espécie nova gigante do gênero *Bathynomus* Milne Edwards do litoral brasileiro (Isopoda, Cirolanidae). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, **38**:37-44.

LLOYD, R.E., 1908 – The internal anatomy of *Bathynomus giganteus*, with a description of the sexually mature forms. **Memoirs of the Indian Museum**, Calcutta, **1**(2):81-102.

MARTIN, J.W. & KUCK, H.G., 1990 – *Bathynomus* A. Milne Edwards, 1989 (Crustacea, Isopoda): proposed precedence over *Palaega* Woodward, 1870. **Bulletin of Zoological Nomenclature**, London, **47**(1):27-29.

MILNE EDWARDS, A., 1879 – Sur um isopode gigantes que des grandes profondeurs de la mer. **Comptes Rendus de l'Academie des Sciences**, Paris, **83**:21-23.

MILNE EDWARDS, A. & BOUVIER, E.L., 1902 – Les Bathynomes. Reports on the results of dredging under the supervision of. A. Agassiz in the Gulf of Mexico(1877-78), in the Caribbean Sea (1878) and along the Atlantic coast of the United States (1880), by the U.S.Coast Survey Steamer "Blake". **Memoirs of the Museum of Comparative Zoology**, Harvard, **27**(2):133-175, pls.1-8.

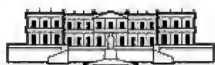
ORTMANN, A., 1894 – A new species of the isopod-genus *Bathynomus*. **Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia,** Philadelphia, **1894**:191-193.

PIRES-VANIN, A.M.S., 1998 – Malacostraca-Peracarida marine Isopoda. Anthuridea, Asellota (pars), Flabellifera (pars) and Valvifera. In: YOUNG, P.S. (Ed.) **Catalogue of Crustacea of Brazil**. Rio de Janeiro: Museu Nacional. p.605-624. (Série Livros 6).

RICHARDSON, H., 1905 – Isopods of North America. **Bulletin of the United States National Museum**, Washington, **54**:1-727, figs.1-740.

RICHARDSON, H., 1910 – Marine isopods collected in the Philippines by the U.S.Fisheries steamer "Albatross" in 1907-8. **Document of the Bureau of Fisheries**, Washington, **736**:1-44.

SHIH, C.T., 1972 – Notes on the giant isopod genus *Bathynomus* Milne Edwards, 1879 with description of a new species. **Publications of Seto Marine Biological Laboratory**, Seto, **21**(1):81-102.


Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, v.61, n.4, p.241-244, out./dez.2003
ISSN 0365-4508

REPRODUCTIVE BEHAVIOR OF THE BRAZILIAN ANNUAL FISH *CYNOLEBIAS ALBIPUNCTATUS* COSTA & BRASIL, 1991 (TELEOSTEI, CYPRINODONTIFORMES, RIVULIDAE): A NEW REPORT OF SOUND PRODUCTION IN FISHES [1]

(With 6 figures)

DRAUSIO F. BELOTE[2,3]
WILSON J. E. M. COSTA[2,4]

ABSTRACT – The reproductive behavior of *Cynolebias albipunctatus* is described based on aquarium observations. The sequence of five distinct stages of reproductive behaviors defined for other rivulids was observed: 1) courtship displays; 2) invitation to dive; 3) submerging; 4) spawning/fertilization; 5) emerging. Some patterns are shared with several species of cynolebiatine annual fishes, such as courtship displays with lateral waving movements of male body and unpaired fins of male expanded during waving movements. Some unique behavioral patterns were also identified, such as distinctive movements of male head, producing a crack-like sound to attract the female, determination of a dominant female with exclusion of other female by the couple, dominant exhibiting of female that scrubs its snout in the urogenital region of male and exhibits brief courtship-like movements.

Key words: Cyprinodontiformes; Rivulidae; *Cynolebias*; annual fish; spawning; ethology; sound production; courtship.

RESUMO – Comportamento reprodutivo do peixe anual brasileiro *Cynolebias albipunctatus* Costa & Brasil, 1991 (Teleostei, Cyprinodontiformes, Rivulidae): um novo relato de produção de som em peixes.

O comportamento reprodutivo de *Cynolebias albipunctatus* é descrito baseado em observações em aquário. A seqüência de cinco estágios distintos de comportamento reprodutivo definidos para outros rivulídeos foi observada: 1) exibições de corte; 2) convite para submergir; 3) submersão; 4) desova/fertilização; 5) emersão. Alguns padrões são compartilhados com várias espécies de peixes anuais, como corte com movimentos ondulantes laterais do corpo do macho e nadadeiras ímpares expandidas durante os movimentos ondulantes. Alguns comportamentos únicos foram observados, como os movimentos distintivos da cabeça do macho, produzindo um som semelhante a um estalo para atrair a fêmea, escolha de uma fêmea dominante com exclusão da outra fêmea pelo casal e algumas exibições dominantes da fêmea que esfrega o focinho na região urogenital do macho e exibe breves movimentos parecidos com os de corte.

Palavras chave: Cyprinodontiformes; Rivulidae; *Cynolebias*; peixes anuais; desova; etologia; produção de som; corte.

INTRODUCTION

Cynolebias Steindachner, 1876 includes 12 species of neotropical annual fishes, endemic to northeastern and central Brazil, in the upper Tocantins, middle São Francisco, and lower Jaguaribe rivers basins, and smaller coastal drainages of northeastern Brazil (COSTA, 2001). *Cynolebias albipunctatus* Costa & Brasil, 1991 is a large species, reaching about 100mm SL, endemic to the middle São Fransisco basin. Although the reproductive behavior of rivulids being elaborate and diversified among distinct familial clades (COSTA, 1990, 1998; BELOTE & COSTA, 2002), no data is available for most species of *Cynolebias*. The only exceptions are the few notes included in the original description of *C. griseus*, Costa, Lacerda & Brasil, 1990). In the present study, the reproductive behavior of *C. albipunctatus* is described and compared to other rivulids.

MATERIAL AND METHODS

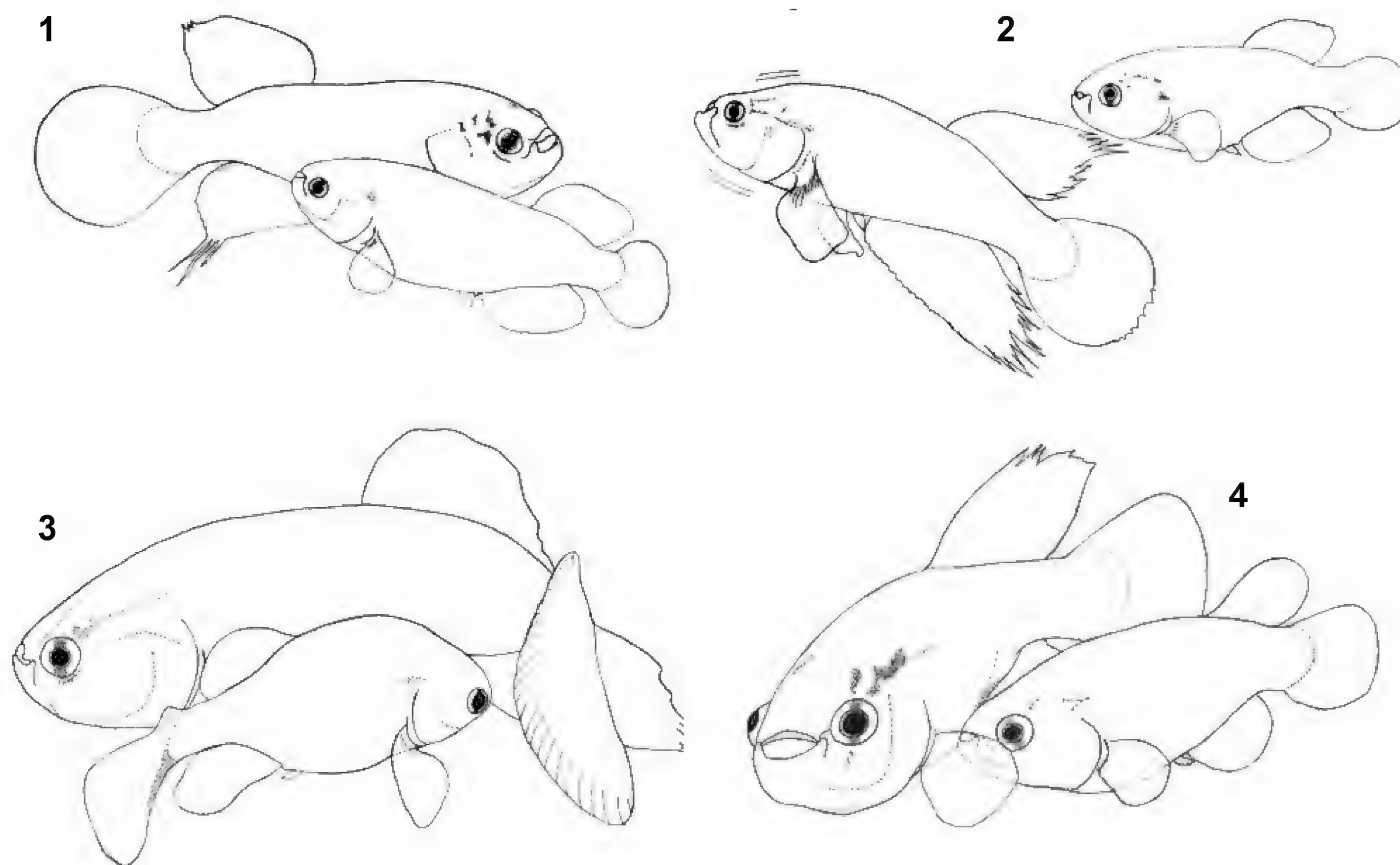
Specimens of *C. albipunctatus* (male 115mm SL and two females, both 85mm SL) used in this study were collected near Juazeiro, Bahia, northeastern Brazil. Direct and indirect observations were made during three months after collection, in aquaria sizing 1000´500´500mm containing gravels, logs and vegetation, and a smaller aquarium (200´150´150mm) with substrate for spawning,

[1] Received on July 24, 2002. Accepted on June 23, 2003.
[2] Museu Nacional/UFRJ, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas/Zoologia. Quinta da Boa Vista, São Cristóvão, 20940-040, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Laboratório de Ictiologia Geral e Aplicada. Caixa Postal 68049, Cidade Universitária, 21944-970, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Fellow of Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).
[3] E-mail: dbelote@ig.com.br.
[4] E-mail: wcosta@acd.ufrj.br.

pricked and boiled *Sphagnum* sp. (Bryophyta, Musci). Some observations were made without substrate to analyze details during spawning. The sampling methods used were all occurrence and sequence sampling (Lehner, 1998). For indirect observations, the reproductive behavior was recorded to provide a more detailed description. Videotape recordings started after the pair union and stopped after interest of female ending. The behavior patterns described were observed at least 100 times. Specimens were preserved and deposited in the Laboratório de Ictiologia Geral e Aplicada, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ 5273). Reproductive behavior patterns were confirmed in videotapes provided by Dalton Nielsen and André Carletto (breeders, São Paulo, Brazil), with recordings made on specimens of *C. albipunctatus* collected in the same region. The description of the reproductive behavior of *C. albipunctatus* was divided into five distinct stages following BELOTE & COSTA (2002).

RESULTS

STAGE 1 – Courtship displays: Male begins courtship displays with lateral waving movements of body, showing unpaired fins expanded (Fig.1). Female remains near male following him through the aquarium. Male shakes the head up and downwards, producing a crack-like sound that attracts the female (Fig.2). Female also scrubs its snout around genital region of male (Figs.3, 4), sometimes exhibiting brief and subtle courtship-like waving movements. At this time, female is more active than male. When more than one female is present, one of them become dominant, the other female being excluded by the dominant female and male through some aggressive behaviors (chases and bites). The aggressive behavior displayed by the dominant female comprised courtship-like movements and approaches with S-shaped body and expanded opercle followed by bites and chases.



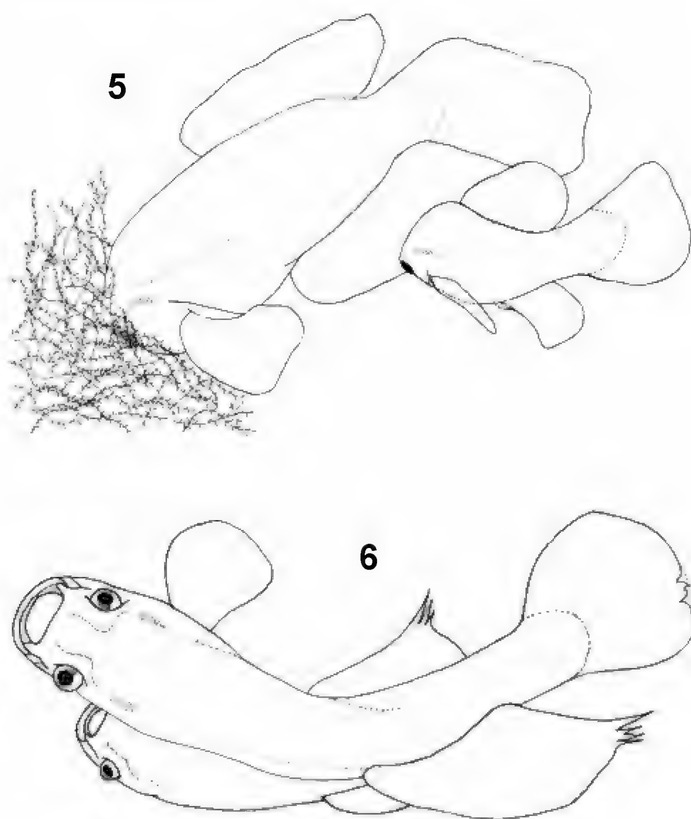
Cynolebias albipunctatus Costa & Brasil, 1991: fig.1- ♂, exhibiting the unpaired fins expanded during the courtship displays (stage 1); fig.2- ♂, shaking the head and producing the crack-like sound that attracts female (stage 1); fig.3- ♀, scrubbing the snout in the urogenital region of male (stage 1); fig.4- another view of female scrubbing (stage 1).

STAGE 2 – Invitation to submerge: Male swims near the bottom trying picking the site to dig under, always followed and scrubbed by female. Male put its snout down in substrate making an angle approximately between 30° and 90°, quivering body and fins (Fig.5).

STAGE 3 – Submerging: Female coupled male at any side, and both dug under substrate coupled, quivering their bodies.

STAGE 4 – Spawning/fertilization: Submerged into substrate, spawning and fertilization occur while male presses female against the bottom with its body (Fig.6). Male lies over female with body curved and fins gently folded over it. Male presses its body against female quivering and with opened mouth.

STAGE 5 – Emerging: After spawning, they emerge randomly at different times and places. Male leaves female, which looks for eggs around the area of the spawn. Female eats any found egg. Sequentially, female continued following male until a new courtship cycle is started, when courtship displays might be absent, but remaining head shakes.



Cynolebias albipunctatus Costa & Brasil, 1991: fig.5- the invitation to submerge (stage 2). The male with head down into substrate waiting the female to dig under; fig.6- the male lied over female, pressing female against the bottom with its body (stage 4).

DISCUSSION

The reproductive behavior of *C. albipunctatus* presents some unique patterns that make it different from other cynolebiatines such as *Simpsonichthys* Carvalho, 1959 (BELOTE & COSTA, 2002), *Austrolebias* Costa, 1998 and *Cynopoecilus* Regan, 1912 (VAZ-FERREIRA & SIERRA, 1973), *Campellolebias* (VAZ-FERREIRA & SIERRA, 1974). Since data on reproductive behavior are unavailable for most species of *Cynolebias*, it is not possible at the present to adequately assign the origin of the peculiar behavior patterns described for *C. albipunctatus*.

In *C. albipunctatus,* the male courtship display comprises few and slow lateral waving movements, which may be restricted to the first courtship cycles just after initial meeting. Slow waving movements were also recorded for *C. griseus* (COSTA, LACERDA & BRASIL, 1990). In other studied cynolebiatine genera, only quick lateral waving movements occur during male courtship displays, which are repeated at the first stage of all spawning cycles (*e.g.*, BELOTE, 1998; BELOTE & COSTA, 2002; VAZ-FERREIRA & SIERRA, 1973).

Female of *C. albipunctatus* display an active role during courtship behavior, an ethological pattern not found elsewhere among aplocheiloid fishes. Female scrubs the snout around urogenital region of male (Figs.3, 4), which seems to act as invitation for spawning. In all other cynolebiatines, females are limited to observe male courtship displays and to follow male to spawn.

In rivulids, when more than one female is present, they may fight as in *Simpsonichthys whitei* (Myers, 1942), or they may be indifferent to each other as in *Austrolebias cyaneus* (Amato, 1987) and *A. charrua* Costa, 2001 (CARVALHO, 1957; BELOTE, 1998; BELOTE, 2001), or even two females may try to dig under substrate with a single male at the same time, as in *Austrolebias nigripinnis* (Regan, 1912) (BELOTE, 2001). In contrast, in *C. albipunctatus* there is a dominant female which, together male, chase and bite the other female, avoiding its approach, and consequently only dominant female spawns. In other cynolebiatines male does never exclude a female.

The crack-like sound produced by the male head shaking to attract the female, in *C. albipunctatus* (Fig.2), was never recorded for any cyprinodontiform fish. Sound production during courtship behavior is known for some fish families

such as Gadidae, Batrachoididae, Centrarchidae, Haemulidae, Sciaenidae, Pomacentridae, and Gobiidae (HELFMAN, COLLETTE & FACEY, 1997), but there are no records for cyprinodontiform fishes. The exact mechanism for sound production by the males as well as for sound reception by female of *C. albipunctatus* are unknown at the present. However, synchronic head and mouth opening suggest that sound is produced within pharyngo-oral cavity. Reinforcing this hypothesis, the bony support of gill arches in a clade within *Cynolebias*, including *C. albipunctatus*, is highly modified (COSTA, 2001). In this assemblage, the dorsal surface of the fifth ceratobranchial presents a deep concave adjacent to large teeth, which are opposite to large teeth on the third pharyngobranchial. The ventral surface of the fifth ceratobranchial bears a pronounced pyramidal process forming a deep posterior fossa. In addition, anteriorly to fifth ceratobranchial, there is an ossification on the fourth basibranchial cartilage, which is attached to strong ligaments. All these osseous traits are unique among cyprinodontiform fishes, and may be related to sound production (*e.g.*, through friction of teeth) and sound amplification (*e.g.*, through dorsal concavity and pyramidal ventral fossa of fifth ceratobranchial). This same *Cynolebias* clade exhibits a strongly elaborate latero-sensory system on the head. Numerous exposed neuromasts, small papillate sensorial organs used to detect vibrations in the water, are arranged in multiple cephalic rows (COSTA, 2001). This uniquely specialized system may be related to sound reception.

ACKNOWLEDGEMENTS

To A.Belote, J.Freitas , T.Borges, and F.Belote (Rio de Janeiro, Brazil), for the logistic support, and to D.Nielsen and A.Carletto (São Paulo, Brazil) for the videotapes of *C. albipunctatus* in aquarium. Collecting trips were made during a project supported by the Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, with permits by Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) – Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal - 02001.001660/98. A previous version of the manuscript benefited from the criticisms of R.Paz and G.Nunan (Museu Nacional - Rio de Janeiro). This study was supported by Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Ministério da Ciência e Tecnologia (CNPq).

LITERATURE CITED

BELOTE, D.F., 1998 – **Comportamento reprodutivo do gênero *Simpsonichthys* Carvalho (Cyprinodontiformes - Rivulidae)**. Rio de Janeiro. 65p. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas), Departamento de Ciências Naturais, Universidade do Rio de Janeiro.

BELOTE, D.F., 2001 – **Estudo da evolução dos padrões de comportamento reprodutivo da tribo Cynolebiatini (Cyprinodontiformes: Rivulidae)**. Rio de Janeiro. 130p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas/Zoologia), Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

BELOTE, D.F. & COSTA, W.J.E.M., 2002 – Reproductive behavior patterns in the neotropical annual fish genus *Simpsonichthys* Carvalho, 1959 (Cyprinodontiformes, Rivulidae): description and phylogenetic implications. **Boletim do Museu Nacional, Nova Série, Zoologia**, Rio de Janeiro (489):1-10.

CARVALHO, A.L., 1957 – Notas para o conhecimento da biologia dos peixes anuais. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, **17**:459-466.

COSTA, W.J.E.M., 1990 – Análise filogenética da família Rivulidae (Cyprinodontiformes, Aplocheiloidei). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, **50**:65-82.

COSTA, W.J.E.M., 1998 – Phylogeny and classification of Rivulidae revisited: origin and evolution of annualism and miniaturization on rivulid fishes (Cyprinodontiformes: Aplocheiloidei). **Journal of Comparative Biology**, Ribeirão Preto, **3**:33-92.

COSTA, W.J.E.M., 2001 – The neotropical annual fish genus *Cynolebias* (Cyprinodontiformes: Rivulidae): phylogenetic relationship, taxonomic revision, and biogeography. **Ichthyological Exploration of Freshwaters**, München, **4**:333-383.

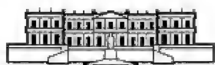
COSTA, W.J.E.M.; LACERDA, M.T.C. & BRASIL, G.C., 1990 – Description de deux nouvelles espèces. du genre *Cynolebias* du bassin du Rio Tocantins (Cyprinodontiformes, Rivulidae). **Revue Française d¢Aquariologie et Herpetologie**, Nancy, **17**:9-14.

HELFMAN, G.S.; COLLETTE, B.B. & FACEY, D.E., 1997 – **The Diversity of Fishes**. Massachusetts: Blackwell Science. 528p.

LEHNER, P.N., 1998 – **Handbook of Ethological Methods**. 2.ed., Cambridge: University Press. 672p.

VAZ-FERREIRA, R. & SIERRA, B., 1973 – Caracteres etológicos genéricos y específicos en los peces del genero *Cynolebias* Steindachner, 1876. **Boletín de la Sociedad Zoológica**, Montevideo, **2**:22-35.

VAZ-FERREIRA, R. & SIERRA, B., 1974 – *Campellolebias brucei* n.gen. n.sp., cyprinodontido con especialización de la papila genital y de los primeros radios de la aleta anal. **Comunicaciónes Zoológicas de Museo del Historia Natural**, Montevideo, **10**:1-21.


Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, v.61, n.4, p.245-254, out./dez.2003
ISSN 0365-4508

REDESCRIÇÃO DE *HYLODES PERPLICATUS* (MIRANDA-RIBEIRO, 1926) (AMPHIBIA, ANURA, LEPTODACTYLIDAE) [1]

(Com 13 figuras)

CÉLIO F. B. HADDAD [2,3]
PAULO C. A. GARCIA [2,4]
JOSÉ P. POMBAL JR. [3,5]

RESUMO: *Hylodes perplicatus* (Miranda-Ribeiro, 1926) é redescrita com base em espécimes provenientes das imediações da localidade-tipo. Esta espécie pertence ao grupo de *H. lateristrigatus* e é morfologicamente muito similar a *H. heyeri*, sendo distingüida principalmente pela vocalização de anúncio, além de detalhes da morfologia. Descrição do girino, da vocalização de anúncio e informações sobre história natural são fornecidas.

Palavras-chave: Amphibia; Anura; Leptodactylidae; *H. perplicatus*; *H. heyeri;* girino; vocalização; Floresta Atlântica.

ABSTRACT: Redescription of *Hylodes perplicatus* (Miranda-Ribeiro, 1926) (Amphibia, Anura, Leptodactylidae). *Hylodes perplicatus* (Miranda-Ribeiro, 1926) is redescribed on basis of specimens obtained near the type-locality. The species is a member of the *H. lateristrigatus* species group and very similar to *H. heyeri*, being distinguished mainly by advertisement call and details of morphology. Descriptions of the tadpole, vocalization, and information on natural history are provided.

Key-words: Amphibia; Anura; Leptodactylidae; *H. perplicatus*; *H. heyeri;* tadpole; vocalization; Atlantic Rain Forest.

INTRODUÇÃO

A subfamília Hylodinae (*sensu* LYNCH, 1971, onde foi tratada como Elosiinae) apresenta morfologia externa bastante homogênea, sendo composta por três gêneros: *Crossodactylus* Duméril & Bibron, 1841, *Hylodes* Fitzinger, 1826 e *Megaelosia* Miranda-Ribeiro, 1923. Do ponto de vista taxonômico, *Megaelosia* é o melhor conhecido, apesar da raridade de espécimes em coleções herpetológicas. Atualmente *Hylodes* é relativamente bem conhecido, ao passo que *Crossodactylus* é o menos resolvido taxonomicamente. O conhecimento taxonômico atual de *Hylodes* aumentou particularmente após os trabalhos de HEYER (1982) e HEYER & COCROFT (1986), sendo incrementado nos últimos anos (HADDAD & POMBAL, 1995; HADDAD, POMBAL & BASTOS, 1996; NASCIMENTO, POMBAL & HADDDAD, 2001; PAVAN, NARVAES & RODRIGUES, 2001; POMBAL, FEIO & HADDAD, 2002).

HEYER (1982) reconheceu quatro grupos de espécies para o gênero *Hylodes*. Atualmente esses grupos são constituídos por: (1) grupo *glaber* (chamado de *pulcher* em HEYER, 1982), composto unicamente por *H. glaber* (Miranda-Ribeiro, 1926) (ver IZECKSOHN & GOUVÊA, 1983); (2) grupo *mertensi*, composto apenas por *H. mertensi* (Bokermann, 1956); (3) grupo *nasus*, composto por *H. asper* (Müller, 1924), *H. dactylocinus* Pavan, Narvaes & Rodrigues, 2001 e *H. nasus* (Lichtenstein, 1823); (4) grupo *lateristrigatus*, composto por *H. lateristrigatus* (Baumann, 1912), *H. perplicatus* (Miranda-Ribeiro, 1926), *H. meridionalis* (Mertens, 1927), *H. magalhaesi* (Bokermann, 1964), *H. ornatus* (Bokermann, 1967), *H. regius* Gouvêa, 1979, *H. otavioi* Sazima & Bokermann, 1982, *H. babax* Heyer, 1982, *H. vanzolinii* Heyer, 1982, *H. charadranaetes* Heyer & Cocroft, 1986, *H. phyllodes* Heyer & Cocroft, 1986, *H. sazimai* Haddad & Pombal, 1995, *H. heyeri* Haddad, Pombal & Bastos, 1996, *H. uai* Nascimento, Pombal & Haddad, 2001, *H. amnicola* Pombal, Feio & Haddad, 2002 (ver NASCIMENTO, POMBAL & HADDAD, 2001; PAVAN, NARVAES & RODRIGUES,

---

[1] Submetido em 12 de março de 2003. Aceito em 19 de agosto de 2003.
[2] Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Departamento de Zoologia. Caixa Postal 199, Rio Claro, 13506-900, SP, Brasil.
[3] Bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).
[4] Universidade de Mogi das Cruzes, Centro de Ciências da Saúde, Curso de Biologia. 08780-911, Mogi das Cruzes, SP, Brasil.
[5] Museu Nacional/UFRJ, Departamento de Vertebrados. Quinta da Boa Vista, São Cristóvão, 20940-040, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

2001; POMBAL, FEIO & HADDAD, 2002). Embora esses agrupamentos provavelmente não sejam monofiléticos (HEYER, 1982), são utilizados por conveniência (*e.g.*, HEYER & COCROFT, 1986; POMBAL, FEIO & HADDAD, 2002). HEYER (1982) originalmente incluiu *H. perplicatus* no grupo de *H. nasus*. HADDAD, POMBAL & BASTOS (1996), ao descreverem *H. heyeri,* incluíram-na no grupo *lateristrigatus*. Posteriormente, NASCIMENTO, POMBAL & HADDAD (2001) transferiram *H. perplicatus* para o grupo *lateristrigatus*. Recentemente, PAVAN, NARVAES & RODRIGUES (2001) mencionam a necessidade de se esclarecer a posição sistemática de *H. heyeri* em relação a *H. perplicatus* devido a semelhança morfológica entre elas.

A maioria das espécies válidas de *Hylodes* é bem caracterizada, sendo *Hylodes perplicatus* uma exceção. MIRANDA-RIBEIRO (1926) apresentou uma descrição original resumida para *Elosia perplicata,* acompanhada de um desenho colorido de um exemplar em vista dorsolateral e ventral; não são mencionados exemplares-tipo e a localidade-tipo é fixada em “Humboldt, Sta. Catharina”. Posteriormente, o exemplar MNRJ 0089 foi designado como lectótipo e os lotes MNRJ 545 e 547 são, portanto, paralectótipos (P.MIRANDA-RIBEIRO, 1955). BOKERMANN (1966) atualizou a localidade-tipo para Corupá, Estado de Santa Catarina, Brasil.

O objetivo deste estudo é redescrever *Hylodes perplicatus* com base na série-tipo e material adicional recentemente coletado nas proximidades da localidade-tipo; adicionalmente é descrita a larva e a vocalização de anúncio, sendo reavaliada a posição taxonômica de *Hylodes heyeri.*

MATERIAL E MÉTODOS

Exemplares utilizados são listados em Material Examinado e estão depositados nas coleções Célio F.B.Haddad, Departamento de Zoologia, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro (CFBH) e Museu Nacional - Rio de Janeiro (MNRJ).

As seguintes medidas, em milímetros, foram tomadas dos adultos com paquímetro: comprimento rostro-cloacal (CRC), comprimento da cabeça (CC), largura da cabeça (LC), diâmetro do tímpano (DT), diâmetro do olho (DO), distância interorbital (DIO), distância olho-narina (DON), distância internasal (DIN), comprimento do fêmur (CF), comprimento da tíbia (CT) e comprimento do pé (CP). As medidas seguem DUELLMAN (1970) e CEI (1980). As medidas do girino, em milímetros, comprimento total, comprimento do corpo, altura do corpo, largura do corpo foram tomadas com paquímetro, ao passo que as medidas distância entre narinas, distância interorbital, distância olho-narina e diâmetro do olho foram tomadas com ocular micrométrica. Os desenhos foram feitos com câmara-clara acoplada a estereomicroscópio Zeiss SV-4.

As vocalizações foram gravadas com gravador Nagra E à velocidade de 19cm/s, com microfone direcional Sennheiser ME 80. A análise das vocalizações foi realizada em microcomputador PC com o programa *Avisoft-Saslab Ligth*. As vocalizações foram digitalizadas em 22kHz e os sonogramas foram confeccionados utilizando-se 256 pontos, sobreposição 50, frame 100, Hamming.

RESULTADOS

Hylodes perplicatus (Miranda-Ribeiro, 1926)
(Figs.1-6)

Elosia perplicata Miranda-Ribeiro, 1926.
Hylodes perplicatus: LYNCH, 1971.

Redescrição – Corpo robusto; cabeça mais longa que larga; focinho arredondado em vista dorsal e proeminente em vista lateral; narinas não protuberantes ou levemente protuberantes, dirigidas lateralmente; canto rostral distinto, reto ou quase reto; região loreal côncava; tímpano visível, exposto, arredondado e de tamanho médio; diâmetro do tímpano menor que o diâmetro do olho; prega supratimpânica pouco desenvolvida; prega lateral se estende da prega supratimpânica à virilha, sendo pouco desenvolvida; sacos vocais laterais, às vezes expandidos lateralmente nos machos; língua aproximadamente oval ou arredondada, grande, livre posteriormente; dentes vomerianos bem desenvolvidos, dispostos em duas séries entre as coanas; coanas pequenas, arredondadas ou ovaladas; dentes maxilares e premaxilares presentes, pequenos; uma fileira de tubérculos pequenos na borda do lábio superior. Braços moderadamente robustos a robustos; primeiro dedo sem espinhos ou asperidades nupciais; calo palmar externo arredondado, grande; calo palmar interno elíptico, pouco ou moderadamente desenvolvido; calos subarticulares redondos e simples, geralmente desenvolvidos; primeiro e segundo dedos com um único calo subarticular; tamanho relativo dos dedos II < I < IV < III; dedos II a IV com fímbrias desenvolvidas (fêmeas com fímbrias pouco desenvolvidas); dedo I com fímbria pouco desenvolvida, às vezes imperceptível, entre o calo subarticular e o disco; no restante do

dedo I, fímbria ausente; discos arredondados; disco do dedo I menor que os demais; discos dos dedos de tamanho semelhante ao dos artelhos; sobre os discos dos dedos, dois escudos bem desenvolvidos. Pernas moderadamente robustas; calo plantar interno alongado, aproximadamente oval; calo plantar externo protuberante, arredondado; calos subarticulares redondos, simples, protuberantes; tamanho relativo dos artelhos I < II < V (às vezes II ≅ V) < III < IV; membrana tarsal e fímbrias dos artelhos bem desenvolvidas (menos desenvolvidas nas fêmeas); membrana tarsal contínua à fímbria interna do artelho I até quase a articulação tíbio-tarsal; discos dos artelhos ovalados ou quase truncados; discos dos artelhos IV e V maiores que os demais; superfície dorsal dos discos com dois escudos bem desenvolvidos. Textura da pele lisa; região posterior da coxa levemente áspera.

As medidas dos exemplares recentemente coletados (ver Material Examinado) e do lectótipo estão relacionados na tabela 1.

Colorido em vida – Dorso marrom-oliváceo ou verde-musgo, com manchas irregulares marrom-escuro; lateralmente ao dorso pode haver manchas vermelhas sobre pequenos tubérculos, que são resultantes da infestação subcutânea provavelmente causada por ácaros. Dorsalmente, membros posteriores marrom-claro barrados de marrom mais escuro. Membros anteriores marrom-claro com manchas irregulares ou barras marrom-escuro. Linha supralabial amarelo-esverdeado, do focinho até a inserção do braço. Linha amarelada do canto posterior do olho até a virilha. Ventre branco-amarelado, com manchas escuras irregulares; padrão ventral das coxas similar ao ventre, porém com tons rosados além do branco-amarelado. Linha tracejada longitudinal mediana, da região gular ao ventre, cinza-escuro. Íris de cor acobreada.

Colorido em preservativo – Dorso marrom com manchas irregulares marrom-escuro. Dorsalmente, membro posterior marrom-claro barrado de marrom mais escuro. Membros anteriores marrom-claro com manchas irregulares ou barras marrom-escuro. Linha supralabial marrom-claro do focinho até a inserção do braço. Linha esbranquiçada do canto posterior do olho até a virilha. Ventre esbranquiçado

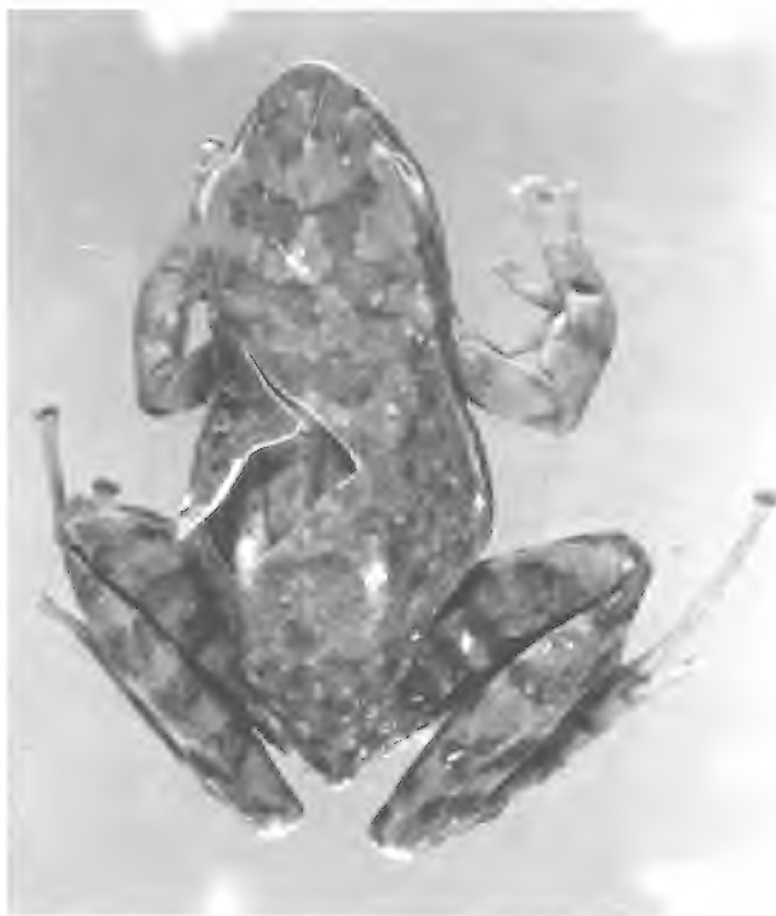


Fig.1- Vista dorsal do lectótipo de *Hylodes perplicatus* (Miranda Ribeiro, 1926) (MNRJ 0089; CRC 45,0mm).



Fig.2- *Hylodes perplicatus* (Miranda Ribeiro, 1926), em vida, proveniente de São Bento do Sul, Estado de Santa Catarina.

TABELA 1

Média ($\bar{x}$), amplitude (mm) e desvio-padrão (DP) das medidas de quatro machos e uma fêmea de *Hylodes perplicatus* (Miranda Ribeiro, 1926) provenientes de São Bento do Sul, Estado de Santa Catarina, coletados em 11/XI/1998 e do lectótipo (MNRJ 0089)

Caracteres	♂			♀	Lectótipo ♀
	$\bar{x}$	Amplitude	DP		
CRC	38,6	37,0-39,8	1,18	45,1	45,0
CC	14,9	14,3-15,5	0,50	16,6	16,8
LC	13,0	12,4-13,8	0,61	14,9	14,5
DT	2,6	2,2-3,2	0,42	3,6	2,8
DO	4,4	4,7-5,3	0,87	5,6	5,6
DIO	4,2	3,8-4,4	0,29	5,3	5,1
DON	2,9	2,6-3,1	0,22	3,3	3,4
DIN	4,9	4,7-5,2	0,21	5,5	5,8
CF	21,6	21,0-22,1	0,58	25,6	23,1
CT	22,7	21,4-25,1	1,70	25,0	25,0
CP	20,9	19,8-21,7	0,79	24,5	23,5

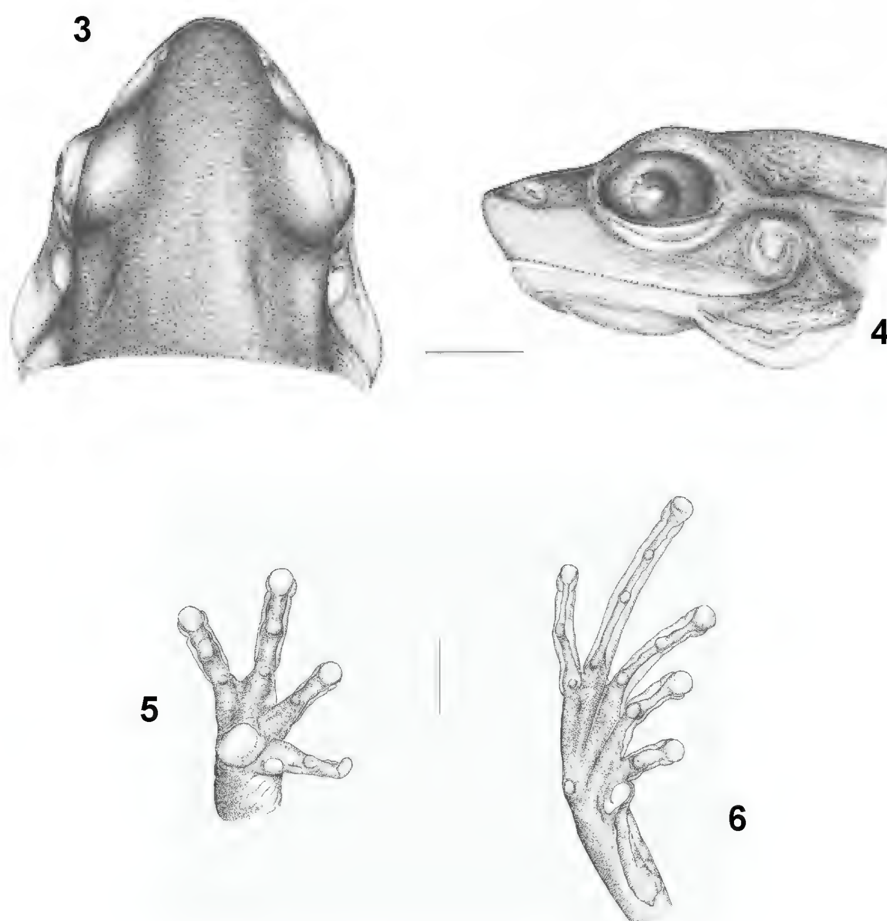
com manchas escuras irregulares; padrão ventral das coxas similar ao ventre. Linha tracejada longitudinal mediana, da região gular ao ventre, cinza-escuro.

Série-tipo – O lectótipo MNRJ 0089 (ver P. MIRANDA-RIBEIRO, 1955), a julgar pelo tamanho e pela ausência de sacos vocais, é uma fêmea em bom estado de conservação, sendo bem visível o padrão de colorido. Há uma pequena incisão no ventre e uma incisão dorsal de formato retangular. As medidas encontram-se na tabela 1.

Os espécimes do lote MNRJ 0545 foram renumerados individualmente, sendo encontrados os exemplares MNRJ 0545, 5588-5633, 5638, 5641-5643, 5646-5647, 5649-5650, 5652-5663; todos são paralectótipos. O lote MNRJ 090, citado por P.MIRANDA-RIBEIRO (1955) seria, portanto, de paralectótipos e composto por jovens e girinos. Destes, há dois juvenis do gênero *Crossodactylus* e um não identificado; três girinos não identificados em fase final de desenvolvimento (estágios 42, 43 e 46) e cinco girinos, também não identificados, de variados estágios.

O lote MNRJ 0547, mencionado por P.MIRANDA-RIBEIRO (1955), portanto também de paralectótipos, é composto inteiramente por larvas não identificadas.

Na descrição original de *Elosia perplicata*, MIRANDA-RIBEIRO (1926) não designou tipos; menciona apenas "Humboldt; Sta. Catharina, comprado do Snr. Ehrhardt". Lectótipo e paralectótipos foram designados subseqüentemente por P. MIRANDA-RIBEIRO (1955). Além dos exemplares encontrados atualmente na coleção de anfíbios do Museu Nacional, há referência na literatura de quatro exemplares paralectótipos no Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP 60697-60700, citados como parátipos; PAVAN, NARVAES & RODRIGUES, 2001) e três na Stanford University Collection (California Academy of Sciences; CAS-SU A11762-11764, citados como síntipos; LEVITON & BANTA, 1956).



Hylodes perplicatus (Miranda Ribeiro, 1926) (MNRJ 30587): fig.3- vista dorsal da cabeça; fig.4- vista lateral da cabeça; fig.5- palma da mão; fig.6- planta do pé. Escala = 5mm.

Girinos (Figs.7-10) – Girinos de *Hylodes perplicatus* foram obtidos em São Bento do Sul, Santa Catarina, em 11/XI/1998. A descrição a seguir baseia-se em um girino (MNRJ 30338) no estágio 36 (GOSNER, 1960). Medidas (mm): comprimento total 66,1; comprimento do corpo 22,4; altura do corpo 11,5; largura do corpo 14,5; distância entre narinas 4,5; distância interorbital 3,9; distância olho-narina 2,7; diâmetro do olho 2,6. Corpo elíptico em vistas dorsal e ventral, oval em vista lateral, mais largo posteriormente; corpo mais largo que alto; focinho arredondado em vistas dorsal e lateral; olhos pequenos, dorsolaterais; narinas dorsolaterais, pequenas, reniformes, aproximadamente eqüidistantes entre os olhos e a ponta do focinho; espiráculo sinistro, localizado no terço médio do corpo e na metade inferior, com abertura direcionada posterodorsalmente; tubo cloacal curto, abrindo-se do lado direito, conectado à nadadeira ventral; musculatura caudal robusta, afilando gradualmente no sentido posterior até se tornar pontiaguda; nadadeira dorsal mais larga que a ventral. Linhas laterais visíveis sob estereomicroscópio. Depressão ventral no corpo anterior ao intestino convoluto.

A descrição da boca baseia-se em um girino no estágio 27 (GOSNER, 1960), pois a boca do espécime descrito anteriormente apresenta anomalias. Boca ventral, com cantos emarginados, rodeada por uma fileira de papilas nas laterais e interrompida em uma grande porção do lábio anterior; lábio posterior com duas fileiras de papilas; papilas supranumerárias nos cantos da boca; fórmula dentária 2(2)/3(1); bico córneo robusto, com ambas as peças curvadas, serrilhadas.

Em vida, o girino apresenta corpo marrom dorsal e lateralmente; ventre transparente com pontuações negras esparsas, permitindo a visualização dos órgãos internos. Cauda marrom com manchas irregulares e pontuações negras; manchas e pontuações mais concentradas na nadadeira superior. Íris cor de cobre.

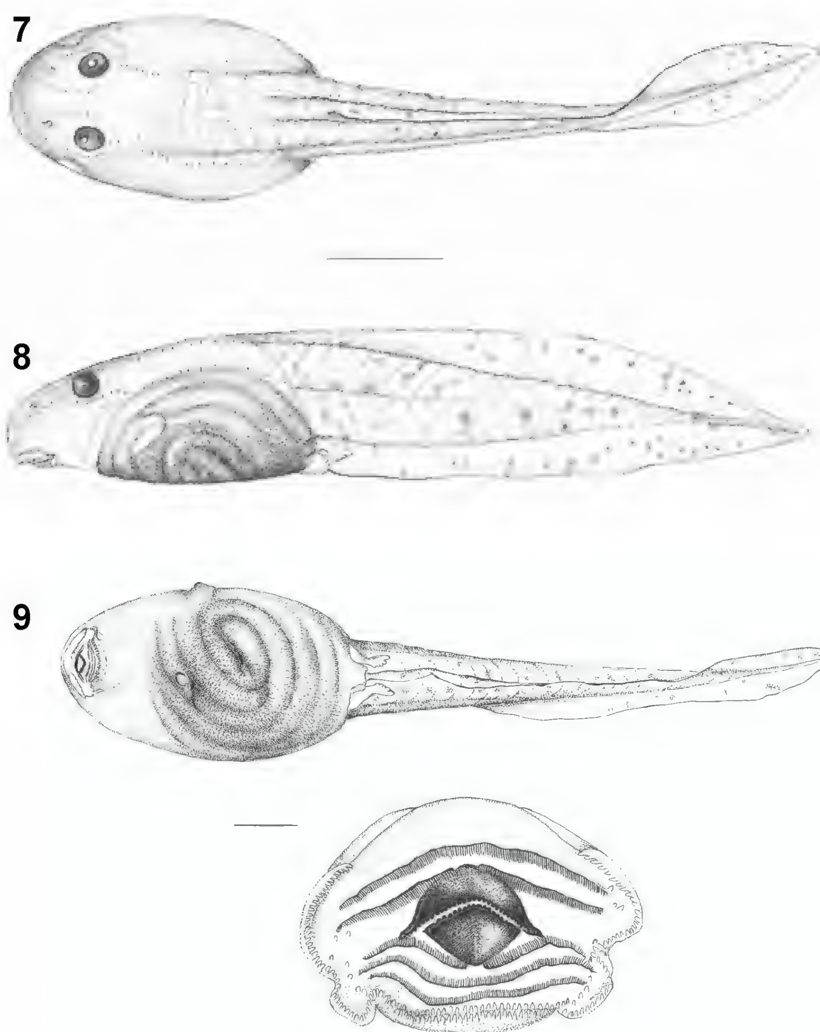
Em preservativo (formalina 5%), o girino apresenta corpo marrom-claro dorsal e lateralmente; ventre translúcido a transparente com pontos esbranquiçados, permitindo a visualização dos órgãos internos. Cauda marrom-claro com manchas irregulares e pontuações marrom-escuro; manchas e pontuações mais concentradas na nadadeira superior. Íris preta.

Vocalização de anúncio – A vocalização de anúncio de *Hylodes perplicatus* (Figs.11-13) dura em média 1,4s (amplitude = 0,99-1,78s; DP = 0,27; n = 16 vocalizações de três machos), sendo composta em média por 18,6 notas (amplitude = 12-25; DP = 4,57; n = 16 vocalizações de três machos). As notas duram em média 0,037s (amplitude = 0,025-0,051s; DP = 0,006; n = 48 notas), sendo separadas por intervalos que duram em média 0,043s (amplitude = 0,029-0,066s; DP = 0,007; n = 48 intervalos). As notas apresentam estrutura harmônica, estando a energia concentrada no terceiro harmônico, em faixa de freqüência que vai de 2,9 até 3,9kHz aproximadamente. O segundo harmônico apresenta menos energia e ocupa faixa de freqüência que vai de 2,0 até 2,6kHz aproximadamente.

Comparação entre *Hylodes perplicatus* e *H. heyeri* – Morfologicamente ambas as espécies são muito semelhantes. *Hylodes heyeri* apresenta o focinho pouco mais protuberante, olho e tímpano mais próximos entre si e dedos e artelhos mais longos.

A vocalização de anúncio de *H. perplicatus* distingue-se prontamente daquela de *H. heyeri*, tanto nos seus valores temporais como pelas faixas de freqüência ocupadas. A vocalização de anúncio de *H. heyeri* dura menos ($\bar{x}$ = 1,05s; amplitude = 0,72-1,53s; HADDAD, POMBAL & BASTOS, 1996), apresentando mais notas em média ($\bar{x}$ = 27,6 notas; amplitude = 21-37; HADDAD, POMBAL & BASTOS, 1996). As notas da vocalização de anúncio de *H. heyeri* duram significativamente menos ($\bar{x}$ = 0,014s; amplitude = 0,004-0,023s; DP = 0,005; n = 54 notas; Mann-Whitney Rank Sum Test P<0,0001), sendo separadas por intervalo significativamente menor em média ($\bar{x}$ = 0,024s; amplitude = 0,020-0,032 s; DP = 0,003; n = 54 intervalos; Mann-Whitney Rank Sum Test P<0,0008). As notas da vocalização de anúncio de *H. heyeri* apresentam estrutura harmônica (HADDAD, POMBAL & BASTOS, 1996), estando a energia concentrada no terceiro harmônico, em faixa que vai de cerca de 3,7 até 4,7kHz. O segundo harmônico apresenta menos energia e ocupa faixa de freqüência que vai de 2,3 até 3,2kHz. Portanto, a vocalização de anúncio de *H. heyeri* é mais aguda que a de *H. perplicatus*.

História natural – Machos de *Hylodes perplicatus* foram observados vocalizando em novembro e janeiro (estação chuvosa). Os machos são diurnos e vocalizam a partir de locais sombreados, sobre rochas ou troncos, na margem de pequenos riachos de corredeira. Os machos são ariscos, encondendo-se em frestas ou mergulhando na água quando perturbados. Os girinos desenvolvem-se nos riachos nos quais os machos foram observados vocalizando. Desovas não foram observadas.

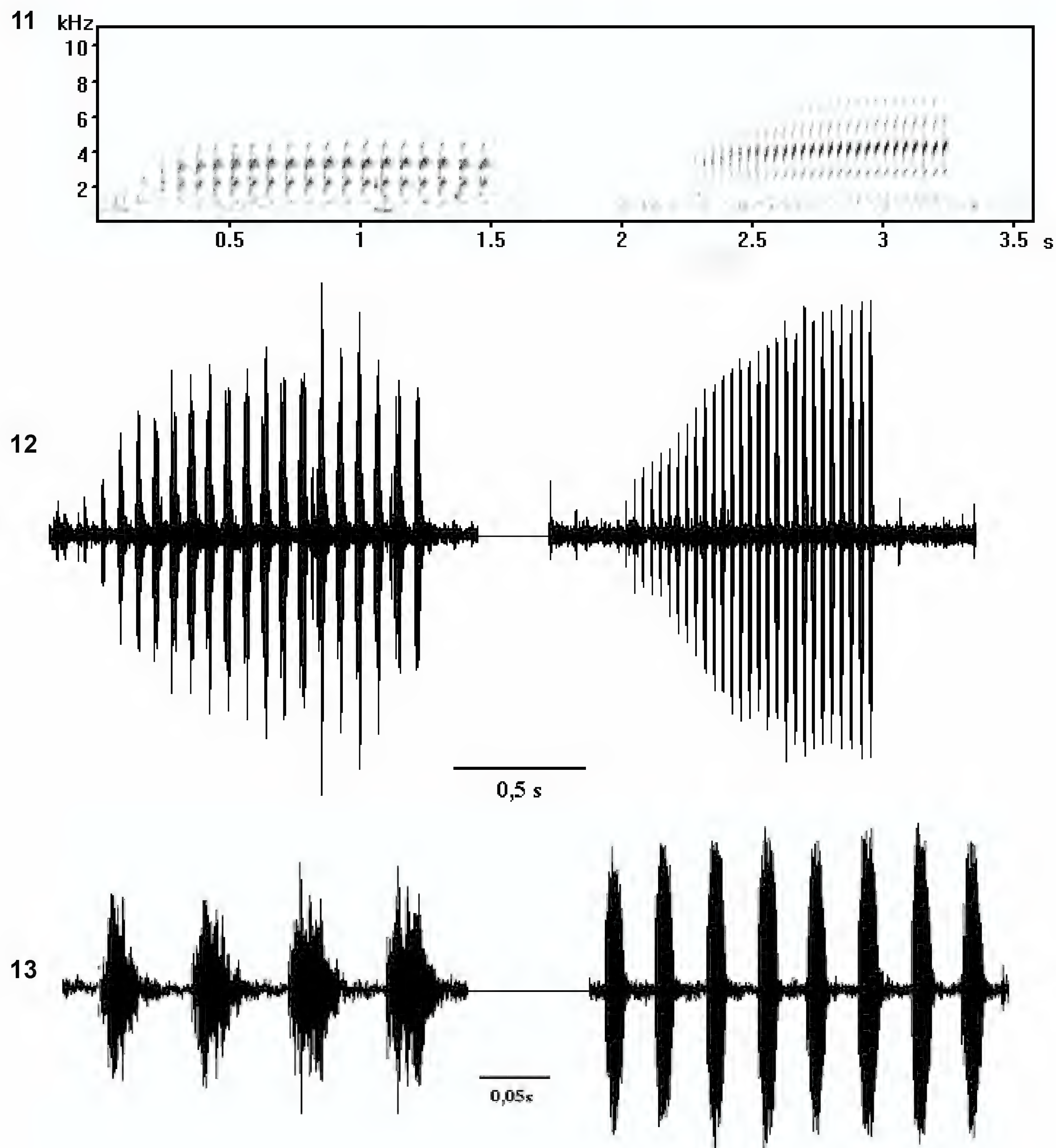


Girino de *Hylodes perplicatus* (Miranda Ribeiro, 1926) (MNRJ 30338): fig.7- vista dorsal; fig.8- vista lateral; fig.9- vista ventral (estágio 36; escala = 5mm); fig.10- disco oral (estágio 27; escala = 1mm).

COMENTÁRIOS

As espécies do gênero *Hylodes* apresentam grande semelhança na morfologia externa, o que dificulta a identificação. Os agrupamentos propostos por HEYER (1982) têm se mostrado pouco úteis, uma vez que entre as 20 espécies consideradas válidas, 16 estão alocadas no grupo de *H. lateristrigatus* (POMBAL, FEIO & HADDAD, 2002). Além disso, há um contínuo na variação dos caracteres entre as espécies dos grupos de *H. nasus* e *H. lateristrigatus* (PAVAN, NARVAES & RODRIGUES, 2001; obs. pess.). A maioria das espécies do gênero *Hylodes* atualmente reconhecidas é bem caracterizada, mas diversas populações ainda não têm identificação satisfatória. As diferenças morfológicas e principalmente de vocalização entre *H. heyeri* e *H. perplicatus* confirmam a validade de ambas as espécies.

Nas últimas décadas, a vocalização de anúncio dos anuros tem sido considerada um importante caráter taxonômico, uma vez que funciona como mecanismo de isolamento reprodutivo (ver HEYER, GARCÍA-LOPEZ & CARDOSO, 1996). Na família Leptodactylidae, o estudo das vocalizações de anúncio como caráter taxonômico tem se mostrado útil na distinção entre espécies muito semelhantes ou crípticas (*e.g.*, CARDOSO, 1985; CARDOSO & HADDAD, 1985; HEYER, GARCÍA-LOPEZ & CARDOSO, 1996; HADDAD & POMBAL, 1998; este estudo). Diante disso, é importante o estudo das vocalizações de anúncio ao se considerar a posição taxonômica de espécies de alguns gêneros de Leptodactylidae, particularmente em *Hylodes*.



Vocalização de anúncio de *Hylodes perplicatus* (Miranda Ribeiro, 1926), à esquerda (temperatura do ar 17ºC; temperatura da água 16ºC; 16h30, não considerado o horário de verão), de *H. heyeri* Haddad, Pombal & Bastos, 1996, à direita (temperatura do ar 21ºC; vocalização de um dos parátipos): fig.11- sonograma; fig.12- oscilograma; fig.13- oscilograma de quatro notas do canto de anúncio.

MATERIAL EXAMINADO

Hylodes heyeri – BRASIL, SÃO PAULO: Caverna do Diabo, Eldorado, MNRJ 17090 (holótipo), CFBH 2465-68, MNRJ 17091, ZUEC 8238, 8240, 8242-43, 8249-50, 8253-54 (paratopótipos).

Hylodes perplicatus – BRASIL, SANTA CATARINA: Estrada Rio Natal-Corupá, próx. Rio Vermelho, São Bento do Sul, CFBH 03570, 03572, 03573-74, MNRJ 30338 (dois girinos), 30587; Corupá, MNRJ 0089 (lectótipo), MNRJ 0545, 5588-633, 5638, 5641-643, 5649-450, 5652-663 (paralectótipos).

Identificação não confirmada – BRASIL, SANTA CATARINA: Corupá, MNRJ 0090 (paralectótipos, jovens e girinos), MNRJ 5673-76 (paralectótipos; jovens), MNRJ 00546 (paralectótipos; lote de girinos), MNRJ 00547 (paralectótipos; lote de girino).

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Ulisses Caramaschi (MNRJ), pela leitura do manuscrito e pela foto do lectótipo; à MSc. Clarissa Canedo (MNRJ), pela leitura do manuscrito; ao Sr. Paulo R. Nascimento (MNRJ), pela confecção dos desenhos a nanquim; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelos auxílios concedidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOKERMANN, W.C.A.,1966 – **Lista Anotada das Localidades Tipo de Anfíbios Brasileiros**. São Paulo: RUSP. 183p.

CARDOSO, A.J., 1985 – Revalidation of *Leptodactylus plaumanni* (Amphibia: Leptodactylidae). **Papéis Avulsos de Zoologia**, São Paulo, **36**:87-90.

CARDOSO, A.J. & HADDAD, C.F.B., 1985 – Nova espécie de *Physalaemus* do grupo *signiferus* (Amphibia, Anura, Leptodactylidae). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, **45**(1/2):33-37.

CEI, J.M., 1980 – Amphibians of Argentina. **Monitore Zoologico Italiano (N.S.)**, Firenze, **2** (monografia):1-609, figs.1-212, pls.1-24.

DUELLMAN, W.E., 1970 – The hylid frogs of Middle America. **Monograph of the Museum of Natural History, University of Kansas**, Lawrence, **1**:1-753, tabs.1-65, figs.1-324, pls.1-72.

GOSNER, K.L., 1960 – A simplified table for staging anuran embryos and larvae, with notes on identification. **Herpetologica**, Lawrence, **16**(2):183-190.

HADDAD, C.F.B. & POMBAL JR., J.P., 1995 – A new species of *Hylodes* from southeastern Brazil (Amphibia: Leptodactylidae). **Herpetologica**, Lawrence, **51**(3):279-286.

HADDAD, C.F.B. & POMBAL JR., J.P., 1998 – Redescription of *Physalaemus spiniger* (Anura: Leptodactylidae) and description of two new reproductive modes. **Journal of Herpetology**, Lawrence, **32**(4):557-567.

HADDAD, C.F.B.; POMBAL JR., J.P. & BASTOS, R.P., 1996 – New species of *Hylodes* from the Atlantic Rain Forest of Brazil (Amphibia: Leptodactylidae). **Copeia**, Lawrence, **1996**(4):965-969.

HEYER, W.R., 1982 – Two new species of the frog genus *Hylodes* from Caparaó, Minas Gerais, Brasil (Amphibia: Leptodactylidae). **Proceedings of the Biological Society of Washington**, Washington, **95**(2):377-385.

HEYER, W.R. & COCROFT, R.B., 1986 – Description of two new species of *Hylodes* from the Atlantic Forests of Brazil (Amphibia: Leptodactylidae). **Proceedings of the Biological Society of Washington**, Washington, **99**(1):100-109.

HEYER, W.R.; GARCÍA-LOPEZ, J.M. & CARDOSO, A.J., 1996 – Advertisement call variation in the *Leptodactylus mystaceus* species complex (Amphibia: Leptodactylidae) with a description of a new sibling species. **Amphibia-Reptilia**, Leiden, **17**(1):7-31.

IZECKSOHN, E. & GOUVÊA, E., 1983 – Sobre a identidade de *Elosia glabra* Miranda-Ribeiro (Amphibia, Anura, Leptodactylidae). **Arquivos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**, Itaguaí, **6**:221-223.

LEVITON, A.E. & BANTA, B.H., 1956 – Catalogue of the amphibian and reptile types in the Natural History Museum of Stanford University. **Herpetologica**, Lawrence, **8**(2):121-132. (Supplement number 1).

LYNCH, J.D., 1971 – Evolutionary relationships, osteology, and zoogeography of leptodactyloid frogs. **Miscellaneous Publications, Museum of Natural History, University of Kansas,** Lawrence, **53**:1-238.

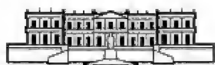
MIRANDA-RIBEIRO, A., 1926 – Notas para servirem ao estudo dos gymnobatrachios (Anura) brasileiros. **Arquivos do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, **27**:1-227, 22pls.

MIRANDA-RIBEIRO, P.,1955 – Tipos de espécies e subespécies do Prof. Alípio de Miranda Ribeiro depositados no Museu Nacional (com uma relação dos gêneros, espécies e subespécies descritos). **Arquivos do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, **42**:389-417.

NASCIMENTO, L.B.; POMBAL JR., J.P. & HADDAD, C.F.B., 2001 – A new frog of the genus *Hylodes* (Amphibia: Leptodactylidae) from Minas Gerais, Brazil. **Journal of Zoology**, London, **254**(4):421-428.

PAVAN, D.; NARVAES, P. & RODRIGUES, M.T., 2001 – A new species of leptodactylid frog from the Atlantic Forests of southeastern Brazil with notes on the status and speciation of the *Hylodes* species groups. **Papéis Avulsos de Zoologia**, São Paulo, **41**:407-425.

POMBAL JR., J.P.; FEIO, R.N. & HADDAD, C.F.B., 2002 – A new species of torrent frog genus *Hylodes* (Anura: Leptodactylidae) from southeastern Brazil. **Herpetologica**, Lawrence, **58(4)**:462-471.


Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, v.61, n.4, p.255-260, out./dez.2003
ISSN 0365-4508

A NEW LARGE TREEFROG SPECIES, GENUS *HYLA* LAURENTI, 1768, FROM SOUTHERN BAHIA, BRAZIL (AMPHIBIA, ANURA, HYLIDAE) [1]

(With 5 figures)

ULISSES CARAMASCHI [2,4]
MIGUEL TREFAUT RODRIGUES [3,4]

ABSTRACT: A new large treefrog species of the genus *Hyla* is described from São José da Vitória and Wenceslau Guimarães, in southern State of Bahia, Brazil. *Hyla exastis* sp.nov., morphologically belonging to the *H. boans* (Linnaeus, 1758) species group and related to *H. pardalis* Spix, 1827 and *H. lundii* Burmeister, 1856, is characterized by: large size (snout-vent length, 81.1-99.0mm in males, 86.5mm in female); dorsum granulose; a developed crenulate fringe along external border of forearm, finger IV, foot, and toe V; calcar appendix conspicuous; anal plate distinct, inferiorly delimited by a transversal row of white tubercles; dorsum grayish yellow (in life) or brown (in preservative), with dark brown to black marks without forming a definite pattern, resembling tree bark with lichens; in life, palm of hand bluish yellow, fingers and disks deep blue, and webbing yellowish gray; sole of foot gray, toes and disks deep blue, and webbing black; palmar formula, I 2 - 2$^+$ II 1 - 2$^-$ III 1½ - 1 IV; plantar formula, I 1 - 1 II 1 - 1½ III 1 - 1½ IV 1½ - 1 V.

Key words: Amphibia; Anura; Hylidae; *Hyla exastis* sp.nov., Southern Bahia; Taxonomy.

RESUMO: Nova espécie de *Hyla* Laurenti, 1768 de grande porte do sul da Bahia, Brasil (Amphibia, Anura, Hylidae).
Uma nova espécie de *Hyla* de grande porte é descrita de São José da Vitória e Wenceslau Guimarães, no sul do Estado da Bahia, Brasil. *Hyla exastis* sp.nov., morfologicamente pertencente ao grupo de *H. boans* (Linnaeus, 1758) e relacionada a *H. pardalis* Spix, 1827 e *H. lundii* Burmeister, 1856, é caracterizada por: tamanho grande (comprimento rostro-cloacal, 81,1-99,0mm em machos, 86,5mm na fêmea); dorso granuloso; uma fímbria crenulada desenvolvida ao longo da borda externa do antebraço, dedo IV, pé e artelho V; apêndice calcâneo desenvolvido; placa anal desenvolvida, delimitada inferiormente por uma fileira transversal de tubérculos brancos; dorso amarelo acinzentado (em vida) ou castanho (em preservativo), com manchas castanho escuro a preto sem formar desenho definido e lembrando a casca de árvore com líquens; em vida, palma da mão amarelo azulado, dedos e discos azul escuro e membranas interdigitais cinza amarelado; sola do pé cinza, artelhos e discos azul escuro e membranas interdigitais pretas; fórmula palmar, I 2 - 2$^+$ II 1 - 2$^-$ III 1½ - 1 IV; fórmula plantar, I 1 - 1 II 1 - 1½ III 1 - 1½ IV 1½ - 1 V.

Palavras-chave: Amphibia; Anura; Hylidae; *Hyla exastis* sp.nov., sul da Bahia; Taxonomia.

INTRODUCTION

Large Central and South American treefrog species of the genus *Hyla* Laurenti, 1768 assigned to the *H. boans* group, as defined by DUELLMAN (2001) and CARAMASCHI & NAPOLI (in press), are *H. boans* (Linnaeus, 1758), *H. faber* Wied, 1821, *H. crepitans* Wied, 1824, *H. pardalis* Spix, 1824, *H. lundii* Burmeister, 1856, *H. pugnax* Schmidt, 1857, *H. rosenbergi* Boulenger, 1899, and *H. wavrini* Parker, 1936. Among them, *H. pardalis* and *H. lundii* are supposed to be closely related by having a rugose dorsal skin texture and by presenting a lichenous color pattern (the other species in the group have a smooth dorsal skin and a dorsum uniformly brown with a dark brown longitudinal line or dark brown blotches).

In this paper we describe a new large species of *Hyla* morphologically belonging to the *H. boans* group and related to *H. pardalis* and *H. lundii*, obtained in southern State of Bahia, Brazil.

MATERIAL AND METHODS

Type specimens are deposited in the collections of the Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, SP, Brazil (MZUSP) and Museu Nacional, Rio de Janeiro, RJ, Brazil (MNRJ). Specimens used for comparisons are referred to in CARAMASCHI &

[1] Received on 13 May, 2003. Accepted on 7 July, 2003.
[2] Museu Nacional/UFRJ, Departamento de Vertebrados. Quinta da Boa Vista, São Cristóvão, 20940-040, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. E-mail: ulisses@acd.ufrj.br.
[3] Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, Departamento de Zoologia. Caixa Postal 11461, São Paulo, 05422-970, RJ, Brasil. E-mail: mturodri@usp.br.
[4] Fellow of Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

NAPOLI (in press). Measurements, in millimeters, were made according to NAPOLI & CARAMASCHI (1998) as follows: SVL (snout-vent length), HL (head length), HW (head width), IND (internarial distance), END (eye to nostril distance), ED (eye diameter), UEW (upper eyelid width), IOD (interorbital distance), TD (tympanum diameter), THL (thigh length), TL (tibia length), FL (foot length), 3FD (third finger disk diameter), and 4TD (four toe disk diameter). Webbing formula notation follows SAVAGE & HEYER (1967) as modified by MYERS & DUELLMAN (1982). Line art drawings were made with the aid of a stereomicroscope Zeiss SV-4 equipped with a camera lucida.

Hyla exastis sp.nov.
(Figs.1-5)

Holotype – BRAZIL: BAHIA: Municipality of São José da Vitória, Fazenda Unacau (15°09'S, 39°18'W), adult ♂ (Fig.1), MZUSP 63540, M. Rodrigues col., 10-21/X/1986 (field number 86.7180).

Paratypes – BRAZIL: BAHIA: collected with the holotype, MZUSP 63538, MZUSP 63542, MNRJ 29976, adult ♂, MZUSP 63541, adult ♀. Municipality of Wenceslau Guimarães, Estação Ecológica Estadual de Nova Esperança (13°36'S, 39°43'W), adult ♂, MNRJ 29784, B.V.S.Pimenta e R.V.Lopes cols., 29/VIII/2000.

Diagnosis – A treefrog morphologically belonging to the *H. boans* species group and related to *H. pardalis* and *H. lundii*, characterized by: (1) large size (SVL 81.1-99.0mm in males, 86.5mm in female); (2) dorsum granulose; (3) a developed crenulate fringe along external border of forearm, finger IV, foot, and toe V; (4) calcar appendix conspicuous; (5) anal plate distinct, inferiorly delimited by a transverse row of white tubercles; (6) dorsum grayish yellow (in life) or brown (in preservative), with dark brown to black marks without forming a definite pattern and resembling tree bark with lichens; (7) in life, palm of hand bluish yellow, fingers and disks deep blue, and webbing yellowish gray; sole of foot gray, toes and disks deep blue, and webbing black; (8) palmar formula, I 2 - 2^+ II 1 - 2^- III 1½ - 1 IV; (9) plantar formula, I 1 - 1 II 1 - 1½ III 1 - 1½ IV 1½ - 1 V.



Fig.1- Dorsal and ventral views of *Hyla exastis* sp.nov. (MZUSP 63540, holotype; SVL 99.0mm).

Comparisons with other species – *Hyla exastis* sp.nov. is promptly distinguished from all other members of the *H. boans* species group by the color of palm of hand and sole of foot (light brown or whitish in the other species) and, except for *H. lundii* and *H. pardalis*, by the lichenous dorsal pattern (other species are uniformly brown, frequently with a mid-dorsal longitudinal dark brown stripe) and presence of developed, crenulate fringes (absent in the other species). Additionally, *H. exastis* sp.nov. differs from *H. boans* and *H. wavrini* by the absence of golden arabesques on the transparent part of lower eyelid (present in those species) and from *H. crepitans*, *H. faber*, *H. pugnax*, and *H. rosenbergi* by the presence of a calcar appendix and an anal plate inferiorly delimited by a transverse row of white tubercles (absent in those species). From *H. lundii* and *H. pardalis*, the new species is distinguished by the slender build, larger size (combined SVL of males of *H. lundii* and *H. pardalis*, 48.0-71.0mm; of females, 54.0-70.0mm; CAIS, 1992, LUTZ, 1973), dorsum granulose (smooth in those species), absence of supranumerary tubercles on hands and feet (present in those species), and more conspicuous anal plate and its inferior row of tubercles.

Description – Body slender; head longer than wide; snout short, nearly rounded in dorsal view (Fig.2), truncate, vertical in lateral view (Fig.3); nostrils not protuberant, oblique, directed laterally; internarial distance smaller than eye to nostril distance, eye diameter, upper eyelid width, and interorbital distance, and approximately equal to tympanum diameter; canthus rostralis distinct; loreal region concave; lips not flared; eyes large, slightly protruding; eye diameter smaller than eye to nostril distance and interorbital distance, and larger than upper eyelid width and tympanum diameter; interorbital space and snout flat; tympanum large, nearly circular, with the superior border covered by a supratympanic fold; in males, vocal sac single, subgular, poorly developed; vocal slits present, large; tongue large, rounded, covering entire floor of mouth, slightly free and not notched behind; choanae large, elliptical, widely separated; vomerine teeth in two contiguous, arched patches between choanae.

Arms robust; forearm more robust than upper arm, slightly hypertrophied; a crenulate fringe along ventrolateral side of forearm and external side of finger IV. Hand large (Fig.4), no palmar or thenar tubercle; prepollex developed, with a single, curved spine; fingers long, slender; subarticular tubercles single, rounded; no supranumerary tubercles; finger disks large, nearly circular; first finger disk slightly smaller than those of the other fingers; diameter of third finger disk about 60% of eye diameter and approximately 82% of tympanum diameter; fingers extensively webbed; webbing formula, I 2 - 2^{+} II 1 - 2^{-} III 1½ - 1 IV.

Legs long, slender; thigh length slightly smaller than tibia length, and both clearly shorter than foot length; SVL approximately 92% of summed thigh and tibia lengths; a developed, crenulate outer tarsal fringe, extending all along the tarsus and outer edge of toe V to the base of disk; calcar developed. Foot large (Fig.5) with large, elliptical inner and vestigial outer metatarsal tubercles; subarticular tubercles small, single, rounded; supranumerary tubercles absent; toe disks large, their diameter smaller than those of finger disks; toes extensively webbed; webbing formula, I 1 - 1 II 1 - 1½ III 1 - 1½ IV 1½ - 1 V.

Skin on dorsal surfaces granulose; throat and chest smooth; belly and under surfaces of thighs areolate; anal plate developed, inferiorly delimited by a transverse row of tubercles.

Color in life – Dorsum grayish yellow with dark gray to black marks, without forming a definite pattern and resembling tree bark with lichens. A black line just below the canthus rostralis, between the eye and naris. Black bars on upper jaw continuing onto mandible. Upper surfaces of arms, hands, legs, and feet, grayish yellow with dark gray to black transverse bars. Sides of body and anterior and posterior surfaces of thighs with irregular, sometimes anostomosed, white bars. Gular region and chest, white; belly and ventral surfaces of thighs, yellow; ventral surfaces of arms, grayish yellow; palm of hand bluish yellow, fingers and disks deep blue, and webbing yellowish gray; sole of feet gray, toes and disks deep blue, and webbing black. Dorsal surfaces of the fringes of forearms and feet follow the dorsal pattern and ventral surfaces follow ventral ones. Anal region black, with stains and lines white; tubercles below anal plate, white. Iris yellow with a black horizontal bar.

Color in preservative – Dorsum brown with dark brown to black marks, without forming a definite pattern and resembling tree bark with lichens. A black line just below the canthus rostralis, between the eye and naris. Black bars on upper jaw continuing onto mandible. Upper surfaces of arms and legs brown with dark brown to black transverse bars. Sides of body and anterior and posterior surfaces of thighs cream with transverse dark gray

to black bars. Ventral surfaces of arms, hands, thighs, and tibiae, whitish cream; soles of feet gray. Dorsal surfaces of the fringes of forearms and feet follow the dorsal pattern and ventral surfaces follow ventral ones. Anal region black, with stains and lines white; tubercles below anal plate, white.

Measurements of holotype – SVL 99.0; HL 30.5; HW 30.9; IND 6.5; END 11.5; ED 7.3; UEW 8.0; IOD 9.8; TD 6.6; THL 49.6; TL 50.5; FL 66.4; 3FD 5.1; 4TD 4.4.

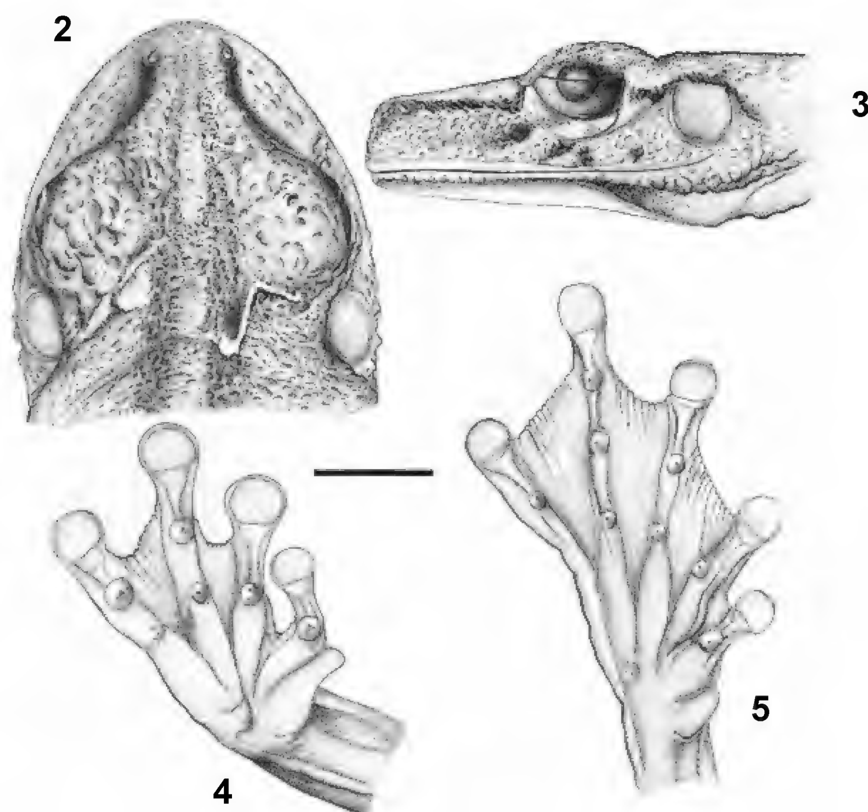
Variation – The type specimens perfectly agree in morphological and color traits. Variation in measurements is presented in table 1.

Geographical distribution – Known from two localities, in the municipalities of São José da Vitória and Wenceslau Guimarães, in southern State of Bahia, Brazil.

Habitat and habits – *Hyla exastis* sp.nov. occurs in eastern Brazil and is a primary inhabitant of rain forests associated to the Tropical Atlantic Domain in southern State of Bahia. The two localities from where the species is known, although separated by approximately 150km are located in mountainous areas of Atlantic forests situated between 100 and 130m altitude, receiving nearly 1500mm of annual rain (CEPLAC, 1976a, 1976b). Pristine habitats in this region consisted of primary rainforest with large trees (up to 30m height) and characterized by the abundance and high diversity of epiphytes. Presently, almost all the area is disturbed for cacao plantation. At São José da Vitória, specimens of *H. exastis* sp.nov. were collected in primary forest and adjacent cacao plantations when calling in the vegetation, above 8m from the ground. Advertisement call was not recorded and tadpole is unknown.

The holotype presents marks on the region above tympanum that look as it participated in male-male combats. Although no other examined male presented these marks, it is possible that aggressive behavior exists in *H. exastis* sp.nov., as reported for other "gladiator frogs" included in the *H. boans* species group (see MARTINS, POMBAL JR. & HADDAD, 1998, and references herein).

Etymology - The specific name is derived from the Greek *exastis*, meaning rough edge, fringe, and alludes to the extensively fringed forearms, hands, feet, and anal region of the new species.



Hyla exastis sp.nov. (MZUSP 63540, holotype): fig.2- dorsal view of head; fig.3- lateral view of head; fig.4- hand; fig.5- foot. Scale = 10mm.

TABLE 1

Range, mean, and standard deviation (SD) of the measurements (mm) of males and female of *Hyla exastis* sp.nov.

	♂ (n=5)			♀ (n=1)
Character	Range	Mean	SD	Measurements
SVL	81.1-99.0	89.6	7.28	86.5
HL	26.5-31.6	28.7	2.22	31.0
HW	26.2-30.9	28.5	2.04	30.2
IND	5.6-6.5	6.0	0.36	6.2
END	9.0-11.7	10.5	1.14	10.4
ED	7.3-8.9	8.1	0.62	8.4
UEW	6.6-8.0	7.5	0.73	7.2
IOD	8.5-9.8	9.0	0.47	8.9
TD	5.4-6.6	5.8	0.49	5.7
THL	45.2-50.9	47.6	2.50	47.1
TL	44.9-53.0	49.2	3.10	50.1
FL	60.1-68.6	63.8	3.65	63.6
3FD	4.5-5.2	4.9	0.26	4.7
4TD	3.8-4.6	4.2	0.33	3.9

(n) number of specimens.

DISCUSSION

Hyla exastis sp.nov. is included in the *H. boans* species group based on morphological traits, as defined by DUELLMAN (2001) and CARAMASCHI & NAPOLI (in press). However, the construction or utilization of special sites (nests) for egg deposition (see references in CARAMASCHI & NAPOLI, in press) is unknown, although expected. Among the species included in the *H. boans* group, there is no evidence of constructed nests for *H. pugnax* (DUELLMAN, 2001).

The skin texture and the color pattern giving a lichenous aspect similar to tree bark are characters shared by *H. exastis* sp.nov., *H. lundii*, and *H. pardalis*. This general appearance distinguishes these species from all other members of the *H. boans* species group and suggests their phylogenetic proximity (CARAMASCHI & NAPOLI, in press).

According to CARAMASCHI & NAPOLI (in press), *H. lundii* is primarily associated with the Cerrado Domain and *H. pardalis* to the Tropical Atlantic Domain (see AB'SABER, 1977, for definitions and limits of the Brazilian morphoclimatic domains). *Hyla lundii* occurs in central and southeastern Brazil, in the Federal District, and in the states of Goiás, Minas Gerais, and São Paulo. *Hyla pardalis* is distributed in eastern Brazil, in the states of Minas Gerais, Rio de Janeiro, and São Paulo. Both species inhabit clearings, forest borders, and gallery forests along small rivers, but do not enter the forest properly; sympatry has never been observed among them. *Hyla exastis* sp.nov. occurs in eastern Brazil and is a primary inhabitant of rain forests associated to the Tropical Atlantic Domain in southern State of Bahia. This habitat preference seems to be different from those of its widely disjunct and putative relatives *H. lundii* and *H. pardalis*.

ACKNOWLEDGEMENTS

To Drs. Alfredo Ricardo Langguth (Universidade Federal da Paraíba) and Eliza Maria X. Freire (Universidade Federal do Rio Grande do Norte) for field assistance; Bruno V.S. Pimenta (MNRJ) for the paratype from Wenceslau Guimarães (BA); Paulo Roberto Nascimento (MNRJ) for the line drawings; and Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) for financial support.

LITERATURE CITED

AB'SABER, A.N., 1977 - Os domínios morfoclimáticos na América do Sul. Primeira aproximação. **Geomorfologia**, São Paulo, **52**:1-22, 1 mapa.

CAIS, A., 1992 - **Aspectos biológicos e status taxonômico de *Hyla biobeba* Bokermann & Sazima, 1973 (Amphibia, Anura).** 176p. Rio Claro. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas - Zoologia). Universidade Estadual Paulista.

CARAMASCHI, U. & NAPOLI, M.F., in press - The nomenclatural status of the synonyms of *Hyla pardalis* Spix, 1824, and the taxonomic position of *Hyla biobeba* Bokermann and Sazima, 1974 (Anura: Hylidae). **Journal of Herpetology**, Lawrence.

CEPLAC, 1976a - **Diagnóstico Socioeconômico da Região Cacaueira. Recursos Hídricos.** Ilhéus: Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira. v.5, xvi, 133p.

CEPLAC, 1976b - **Diagnóstico Socioeconômico da Região Cacaueira. Recursos Florestais.** Ilhéus: Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira. v.7, xvii, 246p.

DUELLMAN, W.E., 2001 - **The Hylid Frogs of Middle America.** Ithaca: Society for the Study of Amphibians and Reptiles. 2 v., xvi, 1158p., 92 pls.

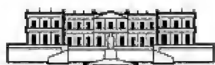
LUTZ, B., 1973 - **Brazilian Species of *Hyla*.** Austin and London: University of Texas Press. xix, 265p., 7pls.

MARTINS, M., POMBAL JR., J.P. & HADDAD, C.F.B., 1998 - Escalated aggressive behaviour and facultative parental care in nest building gladiator frog, *Hyla faber*. **Amphibia-Reptilia**, Leiden, **19**(1):65-73.

MYERS, C.W. & DUELLMAN, W.E., 1982 - A new species of *Hyla* from Cerro Colorado, and other tree frog records and geographical notes from Western Panama. **American Museum Novitates**, New York, **2752**:1-32.

NAPOLI, M.F. & CARAMASCHI, U., 1998 - Duas novas espécies de *Hyla* Laurenti, 1768 do Brasil Central afins de *H. tritaeniata* Bokermann, 1965 (Amphibia, Anura, Hylidae). **Boletim do Museu Nacional, Nova Série, Zoologia,** Rio de Janeiro (391):1-12.

SAVAGE, J.M. & HEYER, W.R., 1967 - Variation and distribution in the tree-frog genus *Phyllomedusa* in Costa Rica, Central America. **Beiträge zur Neotropischen Fauna**, Stuttgart, **5**:111-131.


Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, v.61, n.4, p.261-266, out./dez.2003
ISSN 0365-4508

OCORRÊNCIA DE ICNOFÓSSEIS DE INVERTEBRADOS NA FORMAÇÃO IRATI (PERMIANO SUPERIOR DA BACIA DO PARANÁ, BRASIL)[1]

(Com 3 figuras)

RAFAEL COSTA DA SILVA [2,3]
ANTONIO CARLOS SEQUEIRA FERNANDES [2,4]
FERNANDO ANTONIO SEDOR [5]

RESUMO: Atividades de campo recentes no Centro-Oeste do Brasil revelaram registros de bioturbações na Formação Irati, identificadas como *Didymaulichnus lyelli* (Rouault, 1850), possivelmente produzidas por gastrópodes. A estrutura designada como "*Amaralia paulistana*", anteriormente citada como icnofóssil para a formação, é reconhecida como um pseudoicnofóssil, possivelmente uma estrutura sedimentar. Assim, a presença de *D. lyelli* passa a consistir na primeira ocorrência de uma icnoespécie de invertebrados na Formação Irati, ampliando a distribuição estratigráfica do icnogênero no Brasil ao Permiano Superior.

Palavras-chave: Bacia do Paraná, Formação Irati, icnofósseis, *Didymaulichnus*, *Amaralia*, Permiano.

ABSTRACT: Occurrence of invertebrate ichnofossils in the Irati Formation (Upper Permian of Paraná Basin, Brazil)

Recent field work in the central-western part of Brazil revealed bioturbations in the Irati Formation. Those biogenic structures were identified as *Didymaulichnus lyelli* (Rouault, 1850), probably produced by gastropods. The ichnofossil "*Amaralia paulistana*", previously identified as an pseudoichnofossil of this formation, is now recognized as a sedimentary structure. Thus, the presence of *D. lyelli* constitutes the first occurrence of invertebrate ichnofossils in the Irati Formation, extending the stratigraphic distribution of this ichnogenus in Brazil to the Upper Permian.

Key words: Paraná Basin, Irati Formation, ichnofossils, *Didymaulichnus*, *Amaralia*, Permian.

INTRODUÇÃO

Icnofósseis de invertebrados foram encontrados em praticamente todo o Paleozóico da Bacia do Paraná e, em algumas de suas formações geológicas, eles constituem o principal registro de vida pretérita. Apesar disso, raras têm sido as referências a icnofósseis nos estratos da Formação Irati (Permiano Superior). Prováveis rastos do grupo dos "bilobites" foram descritos originalmente para esta formação por KEGEL (1967) como *Amaralia paulistana* e perfurações produzidas por insetos, possivelmente coleópteros, foram assinaladas para troncos silicificados na mesma formação (BOLZON *et al.*, 2001), mas que posteriormente foram reconhecidos como pertencentes à Formação Serra Alta (FERNANDES *et al.*, 2002). Pistas de invertebrados indeterminadas foram também brevemente descritas e ilustradas por VIEIRA, MEZZALIRA & FERREIRA (1991) para rochas dessa formação no Estado de Goiás. Além dessas estruturas, icnofósseis atribuídos à atividade de répteis mesossaurídeos em natação foram registrados preliminarmente por SEDOR, COSTA & LEONARDI (2001).

Atividades de campo realizadas nos últimos anos revelaram novas indicações de atividades biológicas na Formação Irati, sendo os objetivos deste trabalho apresentar a descrição e determinação icnotaxonômica das pistas encontradas e discutir a interpretação de "*Amaralia paulistana*".

[1] Submetido em 02 de abril de 2003. Aceito em 25 de agosto de 2003.
Apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Proc.461975/00-9) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ).
[2] Museu Nacional/UFRJ, Departamento de Geologia e Paleontologia. Quinta da Boa Vista, São Cristóvão, 20940-040, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
[3] Bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). E-mail: paleoicno@hotmail.com.
[4] Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Geologia. Rua São Francisco Xavier, 524, Pavilhão João Lira Filho, 20559-900, Maracanã, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
E-mails: acsfernandes@aol.com, fernande@uerj.br, fernande@acd.ufrj.br.
Bolsista do CNPq.
[5] Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Centro Politécnico, Jardim das Américas, Caixa Postal 19031, Curitiba, 81531-990, PR, Brasil.
E-mail: sedor@ufpr.br.

Localização e contexto geológico

A Bacia do Paraná é uma bacia intracratônica de grande extensão horizontal e vertical, constituída por rochas sedimentares e ígneas formadas entre o Ordoviciano e o Cretáceo, com a ocorrência local de rochas cenozóicas (MILANI, FRANÇA & SCHNEIDER, 1994; SCHNEIDER *et al.*, 1974). Estende-se lateralmente do Centro-Oeste e Sudeste do Brasil até a Argentina, Uruguai e Paraguai, cobrindo cerca de 1.600.000km^2, e assenta-se discordantemente sobre o embasamento cristalino pré-cambriano. A sedimentação no limite permocarbonífero apresenta um caráter transgressivo, mas torna-se regressiva do topo do Permiano Inferior ao Triássico inferior, havendo uma forte tendência à continentalização nesse intervalo.

A Formação Irati (Sakmariano–Kazaniano) constitui a base da seqüência Permiano Superior–Triássico Inferior (*sensu* MILANI, FRANÇA & SCHNEIDER, 1994) e é constituída por folhelhos e argilitos cinza-escuros, folhelhos pirobetuminosos, arenitos, margas e calcários associados, sobrepostos à Formação Palermo e sotopostos às formações Serra Alta e Corumbataí (SCHNEIDER *et al.*, 1974). A principal estrutura sedimentar é a laminação plano-paralela. A faciologia apresentada pela formação reflete uma complexa geometria de bacia durante a fase de deposição, quando esta era constituída por golfos e baías de profundidades e salinidades variáveis em condições de um mar restrito (MILANI, FRANÇA & SCHNEIDER, 1994) que cobriu o sul do Gondwana; é correlata à Formação Whitehill da Bacia do Karoo, ao sul do continente africano, e à Formação Mangrullo, no Uruguai. Em seus estratos ocorrem fósseis de répteis mesossaurídeos, crustáceos, insetos, poríferos, bivalves e possivelmente braquiópodes.

As amostras contendo os icnofósseis estudados encontram-se depositadas na coleção paleontológica do Museu de Ciências Naturais (MCN), Setor de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Paraná (UFPR). O espécime MCN.P.441 foi coletado em setembro de 1998 na pedreira Boa Vista, Município de Montevidiu, Estado de Goiás (Fig.1). Outras amostras não coletadas contendo esse tipo de icnofóssil foram registradas no afloramento e estudadas com base em fotografias. A pedreira referida destina-se à extração comercial do calcário constituindo-se quase exclusivamente de sedimentos carbonáticos com laminação plano-paralela de cor branca a cinza-escura. Foram observadas também uma amostra de "*Amaralia paulistana*" da coleção do Museu de História Natural Arquivo da Terra (MHNAT-7) em Flórida Paulista, Estado de São Paulo, e outras não tombadas procedentes do Município de Guapirama, Estado do Paraná.

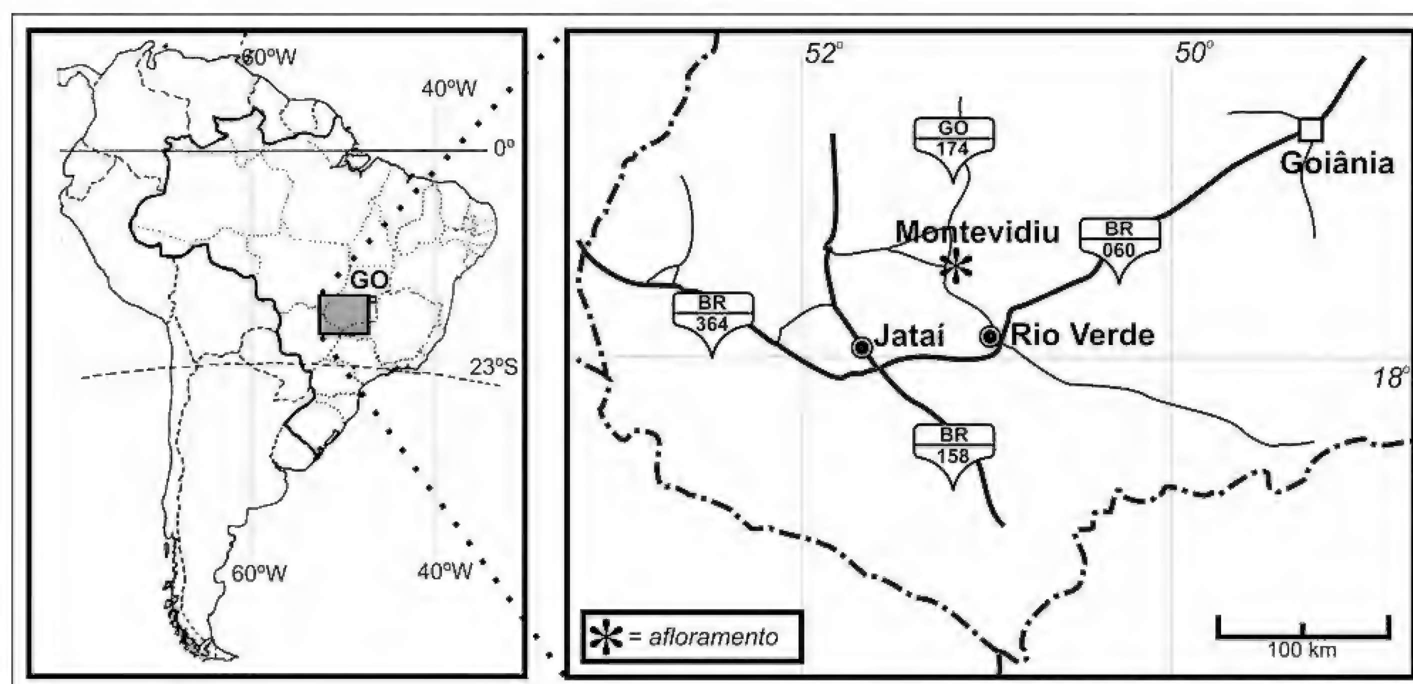


Fig.1- Mapa de localização do afloramento da pedreira Boa Vista, Município de Montevidiu, GO.

Icnologia

Icnogênero *Didymaulichnus* Young, 1972

O icnogênero *Didymaulichnus* é caracterizado por pistas epiestratais bilobadas, ou intraestratais rasas (EAGAR *et al.*, 1985), levemente sinuosas, lisas, moderadamente profundas, geralmente preservadas em hiporrelevo convexo e separadas longitudinalmente por uma crista mediana; orientam-se paralelamente ao plano de estratificação, podendo ocorrer entrecruzadas. Apresenta distribuição estratigráfica do Pré-Cambriano Superior (Vendiano/pós-Ediacariano) ao Cretáceo Superior (Turoniano - VOSSLER, MAGWOOD & PEMBERTON, 1989), tendo sido registrado, no Brasil, na Formação Santa Bárbara (Pré-Cambriano/Cambriano da Bacia de Camaquã) (NETTO, PAIM & ROSA, 1992) e na Formação Furnas (Devoniano da Bacia do Paraná) (FERNANDES & NETTO, 1985). O material registrado para a Formação Santa Bárbara, entretanto, foi posteriormente revisado, não sendo confirmado por MARTINI-DA-ROSA (1999) e NETTO & MARTINI-DA-ROSA (2001a, 2001b). Apesar de o icnogênero não ter sido identificado anteriormente no Permiano Superior do Brasil, há o registro de uma possível ocorrência de *Didymaulichnus* no Permiano Inferior da Bacia do Paraná (BALISTIERI, NETTO & WEINSCHUTZ, 2001), não confirmado por BALISTIERI, NETTO & LAVINA (2002). O icnogênero *Didymaulichnus* é atribuído à locomoção de moluscos (YOUNG, 1972; HÄNTZSCHEL, 1975; HAKES, 1976; EAGAR *et al.*, 1985), possivelmente gastrópodes, em decorrência da falta de estriações, resultado da ausência de apêndices ou de segmentos no organismo gerador da pista; entretanto, também foi atribuído a trilobitas (CRIMES, 1970), artrópodes não-trilobitomorfos (BRADSHAW, 1981; ACEÑOLAZA & BUATOIS, 1991) e moluscos bivalves (ACEÑOLAZA & BUATOIS, 1991). Sua ocorrência é comum em ambientes marinhos rasos, característicos da icnofácies *Cruziana*, embora tenha sido registrado também em seqüências sedimentares lagunares e fluviais (FERNANDES *et al.*, 2002).

Didymaulichnus lyelli (Rouault, 1850)

1991 Pista (Pascicnia/Epicnia) (*sic*). VIEIRA, MEZZALIRA & FERREIRA, p.225, prancha 1, figs.1, 2.

Descrição - O espécime MCN.P.441 (Fig.2a) consiste em uma pista bilobada lisa com largura bastante regular, ligeiramente sinuosa, preservada como hiporrelevo convexo em uma camada de calcário ondulada de coloração clara; a pista apresenta 92mm de comprimento e 7mm de largura total, com 3mm de largura em cada lobo e uma crista mediana de 1mm de espessura. As pistas das amostras observadas não apresentam ramificação ou entrecruzamento (Fig.2b).

Discussão - Pistas similares a esta foram citadas para a Formação Irati por VIEIRA, MEZZALIRA & FERREIRA (1991), que as descreveram como "pista retilínea com aproximadamente 0,8cm de largura, com dois sulcos laterais e um pequeno sulco no meio, dividindo um lado côncavo de outro convexo"; esses icnofósseis foram classificados apenas etologicamente e topologicamente como Pascichnia/Epichnia, e nenhuma determinação icnotaxonômica foi realizada. A atribuição dos espécimes estudados ao icnogênero *Didymaulichnus* deve-se à presença das características diagnósticas tais como pistas bilobadas lisas, levemente sinuosas, onde os lobos são separados por uma crista mediana, diferindo de outras pistas bilobadas por não possuir estriações ou outros tipos de estruturas adicionais. O ambiente marinho raso restrito representado pela Formação Irati é compatível com os ambientes admitidos para *Didymaulichnus*, como os referenciados por CRIMES (1970), BRADSHAW (1981) e EAGAR *et al.* (1985). Este icnogênero é normalmente atribuído a gastrópodes ou a trilobitas, mas ambos os grupos inexistem no registro fossilífero conhecido na literatura para esta formação, o que torna difícil identificar o responsável pela formação das pistas, sendo mais provável que se tratem de pistas de gastrópodes devido à ausência de trilobitas em todo o Permiano Superior da bacia. A recente descoberta de moluscos gastrópodes no afloramento Passo do São Borja (Formação Irati) no Estado do Rio Grande do Sul (R.G.Netto, UNISINOS, comunicação pessoal) vem a sustentar essa hipótese. O exemplar estudado difere de *D. miettensis* Young, 1972 por suas menores dimensões e pela ausência de cunhas laterais, sendo por isto identificado neste trabalho como *D. lyelli*. Por apresentar pouca

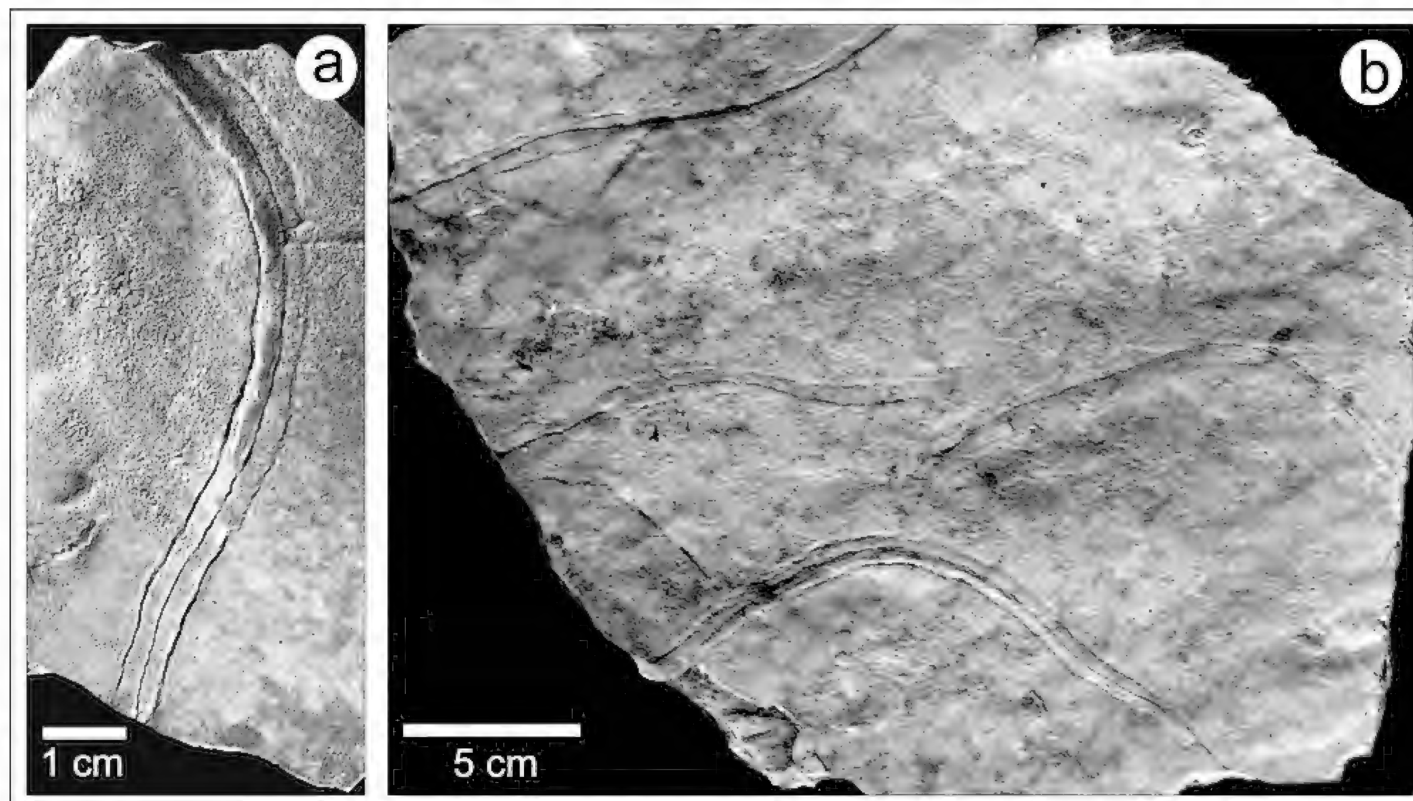


Fig.2- Espécimes de *Didymaulichnus lyelli* da pedreira Boa Vista, Município de Montevidiu, GO: espécime MCN.P.441 em detalhe (a) e espécime não coletado, em vista geral (b).

sinuosidade, a classificação destas pistas como icnitos de locomoção (*Repichnia*) é mais apropriada, pois essa característica indica uma predominância da atividade locomotora em relação à alimentação, contrariando a interpretação anterior de VIEIRA, MEZZALIRA & FERREIRA (1991).

O pseudofóssil *"Amaralia paulistana"*

O então icnotáxon "*Amaralia paulistana*" foi descrito por KEGEL (1967) como um rasto constituído por uma rede de traços associada a estruturas em forma de "grão de café". Segundo KEGEL (*op.cit.*), essas estruturas estariam relacionadas ao icnogênero *Isopodichnus* Bornemann, 1889. Posteriormente, "*Amaralia*" foi considerado como um icnogênero não reconhecível devido a sua pobre descrição e ilustração (HÄNTZSCHEL, 1975). FERNANDES *et al.* (2002) trataram-no como um pseudoicnofóssil. É mais provável que essas estruturas representem gretas formadas pela concentração de sais, provavelmente halita e gipsita, entre as camadas. As estruturas em forma de "grão de café" seriam causadas pela cristalização desses sais. Os exemplares estudados por KEGEL (1967) constituíam-se de preenchimentos de gretas (Fig.3a), mas novas amostras estudadas pelos autores do presente estudo assemelham-se a estruturas de cristalização (Fig.3b), embora os minerais que originalmente formaram as gretas tenham sido substituídos por sílica e pirita.

CONCLUSÕES

A presença de *Didymaulichnus lyelli* na Formação Irati consiste na primeira ocorrência confirmada de icnofósseis de invertebrados nesta unidade litoestratigráfica, visto que "*Amaralia paulistana*" corresponde a um pseudoicnofóssil, possivelmente uma estrutura sedimentar de origem inorgânica resultante da cristalização de sais. Esta ocorrência também fornece um possível registro de gastrópodes para a Formação Irati e amplia a distribuição estratigráfica do icnogênero *Didymaulichnus* ao Permiano Superior (Sakmariano–Kazaniano) no Brasil.

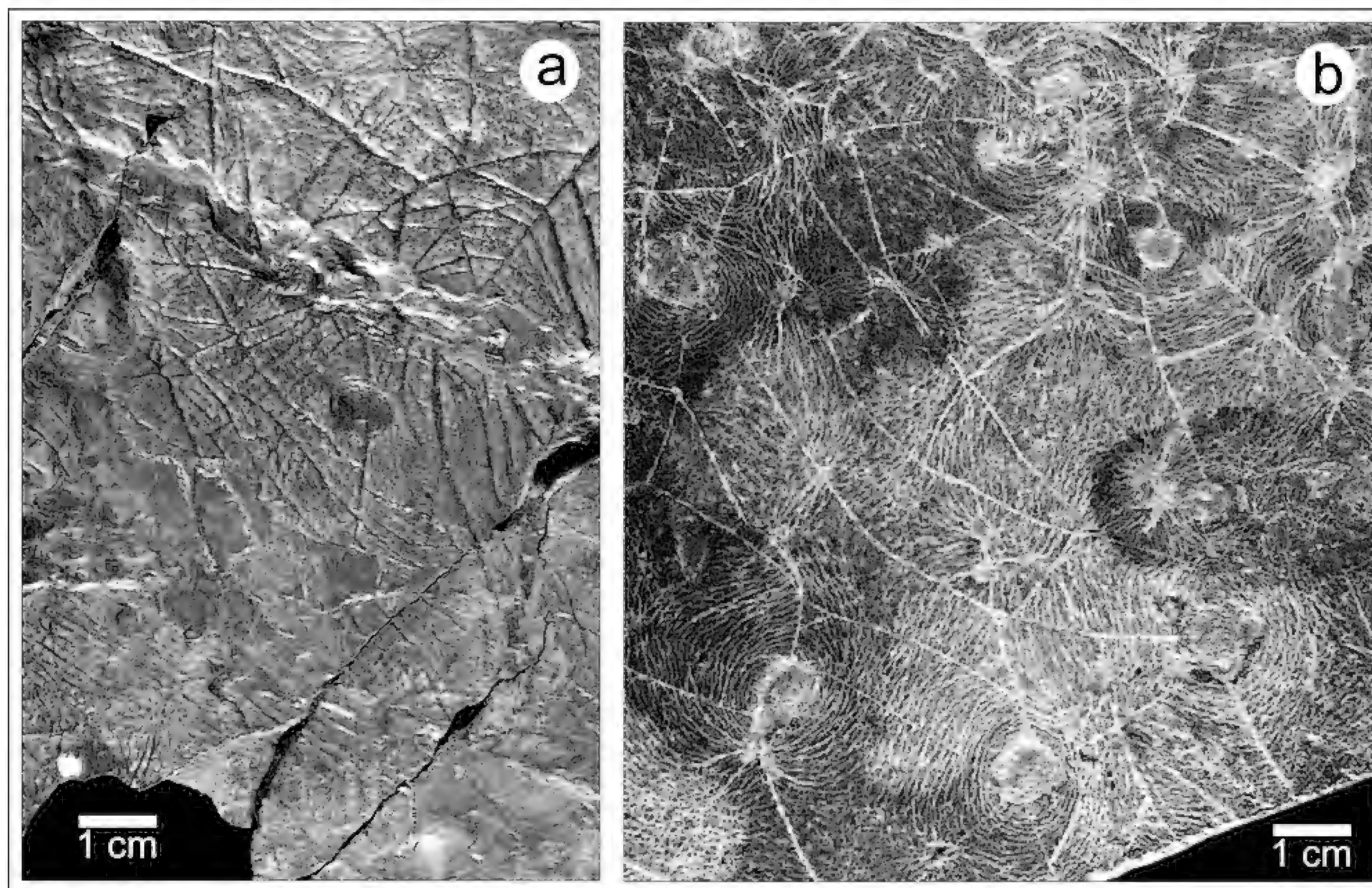


Fig.3- Amostras contendo o pseudoicnofóssil "*Amaralia paulistana*" com diferentes preservações: espécime MHNAT-7, formado pelo preenchimento de gretas (a) e espécime não tombado (b), procedente do Município de Guapirama, PR, contendo estruturas de cristalização de sais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACEÑOLAZA, F.G. & BUATOIS, L.A., 1991 – Trazas fósiles del Paleozóico superior continental argentino. **Ameghiniana**, Buenos Aires, **28**(1-2):89-108.

BALISTIERI, P.R.M.N.; NETTO, R.G. & LAVINA, E.L.C., 2002 – Ichnofauna from the Upper Carboniferous–Lower Permian rhythmites from Mafra, Santa Catarina State, Brazil: ichnotaxonomy. **Revista Brasileira de Paleontologia**, Rio de Janeiro (4):13-26.

BALISTIERI, P.R.M.N.; NETTO, R.G. & WEINSCHUTZ, L.C., 2001 – Paleoicnologia da porção superior do Grupo Itararé (base da Formação Rio do Sul, Permo-Carbonífero, Bacia do Paraná), na região de Mafra, SC. **Revista Brasileira de Paleontologia**, Rio de Janeiro (2):88-89.

BOLZON, R.T.; MENDES, M.; AZEVEDO, I. & MACHADO, L.G., 2001 – Evidências de atividade biológica em caule silicificado do Permiano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 17., Rio Branco. **Boletim de resumos**, p.27.

BRADSHAW, M.A., 1981 – Palaeoenvironmental interpretations and systematics of Devonian trace fossils from the Taylor Group (lower Beacon Subgroup), Antarctica. **New Zealand Journal of Geology and Geophysics**, Wellington, **24**:615-652.

CRIMES, T.P., 1970 – Trilobite tracks and other trace fossils from the Upper Cambrian of North Wales. **Geological Journal**, Liverpool, **7**(1):47-68.

EAGAR, R.M.C.; BAINES, J.G.; COLLINSON, J.D.; HARDY, P.G.; OKOLO, S.A. & POLLARD, J.E., 1985 – Trace fossil assemblages and their occurrence in Silesian (Mid-Carboniferous) deltaic sediments of the Central Pennine Basin, England. In: CURRAN, H.A. (Ed.) Biogenic structures: their use in interpreting depositional environments. **Society of Economics Paleontologists and Mineralogists Special Publication**, Tulsa, **35**(Special Publication):99-149.

FERNANDES, A.C.S.; BORGHI, L.; CARVALHO, I.S. & ABREU, C.J., 2002 – **Guia dos Icnofósseis de Invertebrados do Brasil**. Rio de Janeiro: Editora Interciência. 260p.

FERNANDES, A.C.S. & NETTO, R.G., 1985 – O estado atual da paleoicnologia no Paleozóico da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE

PALEONTOLOGIA, 9., Fortaleza. **Resumos...**, p.41.

HAKES, W.G., 1976 – Trace fossils and depositional environments of four clastic units, Upper Pennsylvanian Megacyclothems, northeast Kansas. **University of Kansas Paleontological Contributions**, Topeka (63):1-46.

HÄNTZSCHEL, W., 1975 – Trace Fossils and Problematica. In: TEICHERT, C. (Ed.), **Treatise on Invertebrate Paleontology**. Boulder: Geological Society of America & University of Kansas. 269p. (Part W, Miscellanea, Supplement 1).

KEGEL, W., 1967 – Rastos do Grupo dos Bilobites da Formação Irati, São Paulo. DNPM/DGM. **Notas Preliminares e Estudos**, Rio de Janeiro (136):1-9.

MARTINI-DA-ROSA, C.L., 1999 – **Interação organismo/ sedimento nos depósitos do Alogrupo Santa Bárbara**. São Leopoldo. 2 vol., 71p. Dissertação (Mestrado em Geologia), Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Vale do Rio dos Sinos.

MILANI, E.J.; FRANÇA, A.B. & SCHNEIDER, R.L., 1994 – Bacia do Paraná. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, Rio de Janeiro, **8**(1):69-82.

NETTO, R.G. & MARTINI-DA-ROSA, C.L., 2001a – A biota vendiana da sub-bacia de Santa Bárbara, Bacia do Camaquã, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 17., Rio Branco. **Boletim de Resumos**, p.94.

NETTO, R.G. & MARTINI-DA-ROSA, C.L., 2001b – Colonización de ambientes marginales marinos en el Precámbrico: la biota vendiana del Alogrupo Santa Bárbara en el sur de Brasil (sub-cuenca de Santa Bárbara, Cuenca de Camaquã). In: COLOQUIO INTERNACIONAL: VENDIANO-CÁMBRICO DEL GONDWANA OCCIDENTAL, Montevideo, Uruguay. **Resúmenes, Proyecto CSIC C-32 e CONICIT 6007**, p.5-6.

NETTO, R.G.; PAIM, P.S.G. & ROSA, C.L.M., 1992 – Informe preliminar sobre a ocorrência de traços fósseis nos sedimentos das bacias do Camaquã e Santa Bárbara. In: WORKSHOP SOBRE BACIAS MOLÁSSICAS BRASILIANAS, 1., São Leopoldo. **Resumos Expandidos**, p.90-96.

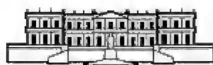
SCHNEIDER, R.L.; MÜHLMANN, H.; TOMMASI, E.; MEDEIROS, R.A.; DAEMON, R.F. & NOGUEIRA, A.A., 1974 – Revisão Estratigráfica da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28., Porto Alegre. **Anais**, **1**:41-66.

SEDOR, F.A.; COSTA. R. & LEONARDI, G., 2001 – Icnofósseis de Mesosauridae (Proganosauria) na Formação Irati (Neopermiano da Bacia do Paraná), Estado do Paraná, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 17., Rio Branco. **Boletim de resumos**, p.22.

VIEIRA, P.C.; MEZZALIRA, S. & FERREIRA, F.J.F., 1991 – Mesossaurídeo (*Stereosternum tumidum*) e crustáceo (*Liocaris huenei*) no Membro Assistência da Formação Irati (P) nos Municípios de Jataí e Montevidiu, Estado de Goiás. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, **21**(3):224-235.

VOSSLER, S.M.; MAGWOOD, J.P.A. & PEMBERTON, S.G., 1989 – The youngest occurrence of the ichnogenus *Didymaulichnus* from the Upper Cretaceous (Turonian) Cardium Formation. **Journal of Paleontology**, Tulsa, **63**(3):384-386.

YOUNG, F.G., 1972 – Early Cambrian and older trace fossils from the southern Cordillera of Canada. **Canadian Journal of Earth Sciences**, Ottawa, **9**(1):1-17.


Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, v.61, n.4, p.267-284, out./dez.2003
ISSN 0365-4508

GEOQUÍMICA E IDADE DO TONALITO/TRONDHJEMITO CASSITERITA, BORDA MERIDIONAL DO CRÁTON SÃO FRANCISCO, MINAS GERAIS, BRASIL [1]

(com 13 figuras)

CIRO ALEXANDRE ÁVILA [2]
JOEL GOMES VALENÇA [3]
CANDIDO AUGUSTO VELOSO MOURA [4]
RONALDO MELLO PEREIRA [5]
VICTOR DE CARVALHO KLEIN [2]

RESUMO: O Tonalito/Trondhjemito Cassiterita localiza-se na borda meridional do Cráton São Francisco e apresenta evolução geológica associada ao contexto do Cinturão Mineiro, que se desenvolveu no Paleoproterozóico. Esse corpo é alongado segundo a direção ENE-WSW, possui foliação tectônica anastomosada e aflora numa área de cerca de $300km^2$. Suas rochas correspondem a leucotonalitos (tonalitos e trondhjemitos) e são compostas por plagioclásio, quartzo, hornblenda, biotita, microclina e feldspato pertítico, tendo como minerais acessórios e secundários, zircão, apatita, allanita, magnetita, ilmenita, molibdenita, pirita, rutilo, epidoto, titanita, mica branca, carbonato e clorita. Essas rochas apresentam coríndon normativo, caráter peraluminoso, filiação cálcio-alcalina, alinham-se segundo o *trend* cálcio-alcalino trondhjemítico e são correlacionadas aos trondhjemitos continentais de alto Al_2O_3, formados em ambiente de margem continental ativa. O padrão de elementos terras raras (ETR) é caracterizado pela presença de incipiente anomalia negativa de Eu e pela diminuição do conteúdo dos ETR pesados, conforme o aumento da proporção de SiO_2. O Tonalito/Trondhjemito Cassiterita apresenta idade mínima de cristalização de 2.162 ± 10 Ma (evaporação de Pb em zircão) e idade modelo T_{DM} de 2,47 Ga. Sugere-se como modelo de evolução da área a formação de uma crosta oceânica, a partir da ascensão de uma pluma mantélica por volta de 2,47 Ga. Posteriormente esta crosta oceânica seria subductada, metamorfisada e parcialmente fundida, gerando líquidos de composição trondhjemítica, os quais evoluíram a partir da cristalização fracionada de hornblenda e plagioclásio, em um ambiente de margem continental ativa.

Palavras-chave: Tonalito; trondhjemito de alto Al_2O_3; idade por evaporação de Pb em zircão; Paleoproterozóico; Cinturão Mineiro; Cráton São Francisco.

ABSTRACT: Geochemistry and age of cassiterite tonalite/trondhjemite, southernmost São Francisco Craton, Minas Gerais, Brazil.

The Cassiterite Tonalite/Trondhjemite outcrops at the southernmost São Francisco Craton and belongs to the tectonic context of the Paleoproterozoic Mineiro Belt. This body is elongated according to the ENE-WSW direction and has an exposed area of $300km^2$. In terms of modal composition, its varies from tonalite to trondhjemite and the main mineralogy includes plagioclase, quartz, hornblende, biotite, microcline with zircon, apatite, allanite, magnetite, ilmenite, pyrite, rutile, epidote, sphene, white mica, carbonate and chlorite as accessory and secondary minerals. The Cassiterite rocks have normative corundum, peraluminous character, calc-alkaline affinity and Na_2O/K_2O values ranging from 3.15 to 4.43. They can be correlated to the high-Al_2O_3 trondhjemites formed in a continental volcanic margin. The rare earth element condrite normalized pattern is characterized by heavy-REE depletion which is accompanied by the enrichment in SiO_2. The Cassiterite Tonalite/Trondhjemite yielded an age of 2162 ± 10 Ma and Sm-Nd model age (T_{DM}) of 2.47 Ga, in agreement with a Paleoproterozoic mantle source. A possible model for the origin of this body is proposed. It involves (1) the formation of an oceanic crust that related to the ascent of a mantelic plume with an age close to 2.47 Ga; and (2) subduction, metamorphism and partial melting of this basaltic crust generating a trondhjemitic liquid that further evolved through hornblende and plagioclase fractionation in a continental volcanic margin.

Key words: Tonalite; high Al_2O_3 Trondhjemite; zircon evaporation age; Paleoproterozóic; Mineiro Belt; São Francisco Craton.

[1] Submetido em 22 de abril de 2003. Aceito em 22 de agosto de 2003.
Projeto desenvolvido no Museu Nacional/Universidade Federal do Rio de Janeiro e na Universidade Federal do Pará.
[2] Museu Nacional/UFRJ, Departamento de Geologia e Paleontologia. Quinta da Boa Vista, São Cristóvão, 20940-040, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
E-mail: avila@mn.ufrj.br.
[3] Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia. Avenida Brigadeiro Trompowski, Cidade Universitária, 21949-900, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
[4] Universidade Federal do Pará, Departamento de Geoquímica e Petrologia. Rua Augusto Corrêa, n°1, Guamá, 66075-110, Belém, PA, Brasil.
[5] Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Geologia, Departamento de Geologia Aplicada. Rua São Francisco Xavier, 524/2019A, Maracanã, 20540-900, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

INTRODUÇÃO

A região entre as cidades de Lavras, Conselheiro Lafaiete e Piranga na borda meridional do Cráton São Francisco (Estado de Minas Gerais) é caracterizada por apresentar importantes vestígios de uma ampla atividade plutônica de idade Paleoproterozóica, onde se destacam, embora em número reduzido, corpos de natureza tonalítica-trondhjemítica, como é o caso daqueles representados pelo Batólito Alto Maranhão (NOCE, 1995), Trondhjemito Tabuões (QUEMÉNÉUR, NOCE & GARCIA, 1994), Tonalito/Trondhjemito Serra do Carmo, Trondhjemito Ribeirão Pinheirinho (EVANGELISTA, PERES & MACAMBIRA, 2000), Trondhjemito-Granodiorito Congonhas (ROSA-SEIXAS *et al.*, 2002a,b) e Tonalito/Trondhjemito Cassiterita.

No tocante a este último corpo, QUEMÉNÉUR & BARAUD (1983) delimitaram, em mapa, a sua forma aproximada e o denominaram formalmente de "Granito Cassiterita". ÁVILA (1992) e ÁVILA & VALENÇA (1993, 1995) propuseram a designação de "Metatrondhjemito Caxambu" para a porção leste do mesmo, enquanto ÁVILA (2000) passou a utilizar a denominação "Trondhjemito Cassiterita". Propõe-se, no presente trabalho, a utilização da denominação "Tonalito/Trondhjemito Cassiterita" em razão das características petrográficas e geoquímicas do mesmo.

Pretende-se, neste trabalho, contribuir para o conhecimento geológico e evolutivo dos corpos de composição tonalítica-trondhjemítica localizados na borda meridional do Cráton São Francisco, apoiando-se, principalmente, no estudo geoquímico e isotópico do Tonalito/Trondhjemito Cassiterita.

Contexto geológico

A geologia da borda meridional do Cráton São Francisco é caracterizada por diversos conjuntos litológicos com idades e evolução geológica distintas (Fig.1). Dentre estes se destacam: migmatitos e gnaisses dos Complexos Metamórficos Arqueanos (TEIXEIRA *et al.*, 1996, 1998, 2000); rochas ultramáficas, máficas e sedimentares associadas aos *greenstone belts* Rio das Velhas e Barbacena (SCHRANK & SILVA, 1993; PIRES, RIBEIRO & BARBOSA, 1990); corpos plutônicos félsicos neoarqueanos (CARNEIRO, 1992; NOCE, 1995); corpos plutônicos máficos e félsicos paleoproterozóicos (SILVA, 1996; ÁVILA, 2000; QUEMÉNÉUR & NOCE, 2000; NOCE *et al.*, 2000; COUTO, 2000; VALENÇA *et al.*, 2000); corpos máficos - ultramáficos arqueanos e/ou proterozóicos (CARNEIRO *et al.*, 1997; BARBOSA, 1998; ÁVILA *et al.*, 1999; TOLEDO, 2002); corpos sub-vulcânicos félsicos paleoproterozóicos (ÁVILA, 2000); e rochas sedimentares Proterozóicas (RIBEIRO *et al.*, 1995; MACHADO *et al.*, 1996).

Feições de campo

O Tonalito/Trondhjemito Cassiterita distribui-se na porção central das folhas topográficas São João Del Rei e Nazareno, onde subtende em mapa uma área de cerca de 300km^2. Esse corpo possui forma alongada segundo a direção ENE-WSW (Fig.2), é constituído de rochas que exibem foliação tectônica anastomosada (160°/65°) e, localmente, pode apresentar bandas miloníticas, com no máximo 50cm de espessura. Acha-se delimitado nas porções norte, leste, nordeste e sudeste por rochas gnáissicas e por rochas anfibolíticas associadas a uma seqüência *greenstone belt*. Já nas porções sul e sudoeste, apresenta-se limitado pela Zona de Cisalhamento do Lenheiro, que o separa de uma seqüência *greenstone belt* composta predominantemente por rochas metaultramáficas komatiíticas e pelitos.

O posicionamento estratigráfico do Tonalito/Trondhjemito Cassiterita, em relação aos demais tipos litológicos da região, é bem definido e dado pela natureza brusca de seus contatos intrusivos com rochas gnáissicas, bem como pelo fato do mesmo ser intrudido por diversas gerações de corpos pegmatíticos, além de diques de rochas graníticas e granodioríticas correlacionáveis ao Granitóide Ritápolis, que possui idade mínima (evaporação de Pb em zircão) de 2.121 ± 7 Ma (ÁVILA *et al.*, 1998).

Feições petrográficas

As rochas do corpo estudado correspondem a leucotonalitos (trondhjemitos e tonalitos), onde os minerais máficos são representados principalmente por biotita e, mais restritamente, por hornblenda. Essas rochas são compostas de plagioclásio, quartzo, biotita, microclina, hornblenda marrom esverdeada e feldspato pertítico, tendo como minerais acessórios e secundários, zircão, apatita, allanita, magnetita, ilmenita, molibdenita, pirita, rutilo, epidoto, titanita, mica branca, carbonato e clorita (ÁVILA, 2000). Destaca-se o predomínio da textura inequigranular xenoblástica derivada do desenvolvimento da foliação tectônica paleoproterozóica, cuja trama é marcada pela orientação da biotita, hornblenda, plagioclásio e quartzo, indicando um posicionamento pré, ou ao menos, sin tectônico para o corpo em questão. Localmente pode ser observada a presença de regiões com feições texturais ígneas reliquiares, caracterizadas por grãos de plagioclásio hipidiomórficos e com tamanho muito próximo, por volta de 2,5mm.

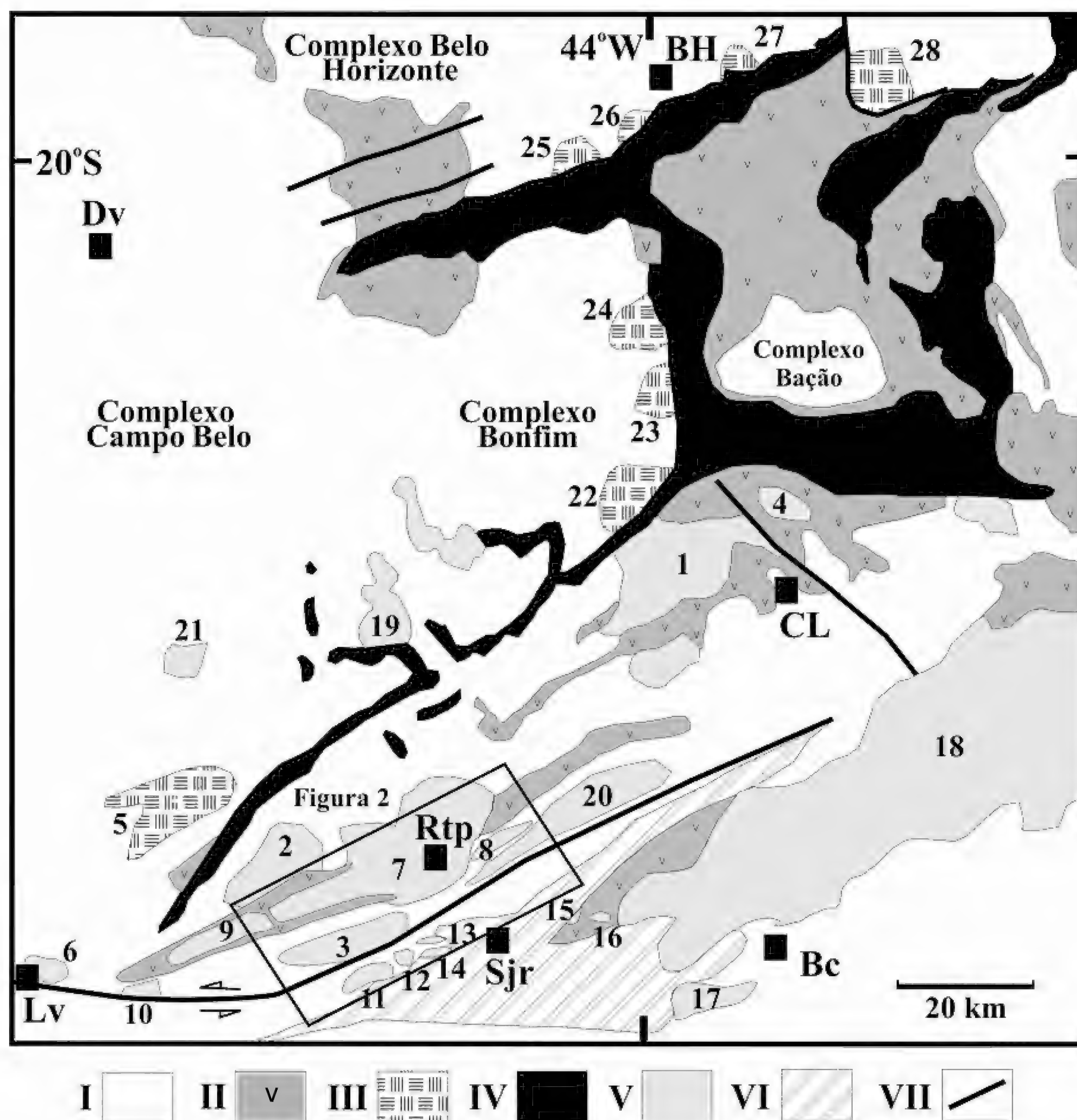


Fig.1- Mapa geológico esquemático da borda meridional do Cráton São Francisco mostrando a localização aproximada dos principais corpos plutônicos arqueanos e paleoproterozóicos. Geologia modificada de PEDROSA SOARES *et al.* (1994). Forma aproximada dos corpos plutônicos modificada de ENDO (1997), NOCE, MACHADO & TEIXEIRA (1998), ÁVILA (2000) e TOLEDO (2002). (I) embasamento arqueano parcialmente retrabalhado no Paleoproterozóico; (II) *greenstone belts* Rio das Velhas e Barbacena; (III) granitóides arqueanos; (IV) supergrupo Minas; (V) gabros, dioritos, trondhjemitos e granitóides paleoproterozóicos; (VI) bacias São João del Rei, Carandaí e Andrelândia; (VII) falhas. Cidades: (Lv) Lavras; (Sjr) São João del Rei; (Rtp) Ritápolis; (Bc) Barbacena; (CL) Conselheiro Lafaiete; (Dv) Divinópolis; (BH) Belo Horizonte. Corpos plutônicos: (1) Batólito Alto Maranhão; (2) Trondhjemito Tabuões; (3) Tonalito/Trondhjemito Cassiterita; (4) Trondhjmito Congonhas; (5) Granito Bom Sucesso; (6) Granitóide Lavras; (7) Granitóide Ritápolis; (8) Diorito Brumado; (9) Diorito Rio Grande; (10) Granitóide Itutinga; (11) Gabro São Sebastião da Vitória; (12) Quartzo Diorito do Brito; (13) Granodiorito Brumado de Baixo; (14) Suíte Serrinha (Granodiorito Brumado de Cima e corpos granofíricos); (15) Granitóide de Tiradentes; (16) Gabro Vitoriano Veloso; (17) Granito Campolide; (18) Complexo Ressaquinha; (19) Granito Alto Jacarandá; (20) Gnaisse Granítico Fé; (21) Granitóide Oliveira; (22) Granito Salto do Paraopeba; (23) Granodiorito Mamona; (24) Tonalito Samambaia; (25) Granodiorito Ibirité; (26) Granito Morro da Pedra; (27) Granito General Carneiro; (28) Granodiorito Caeté. Geologia da área marcada ao redor da cidade de Ritápolis será detalhada na figura 2.

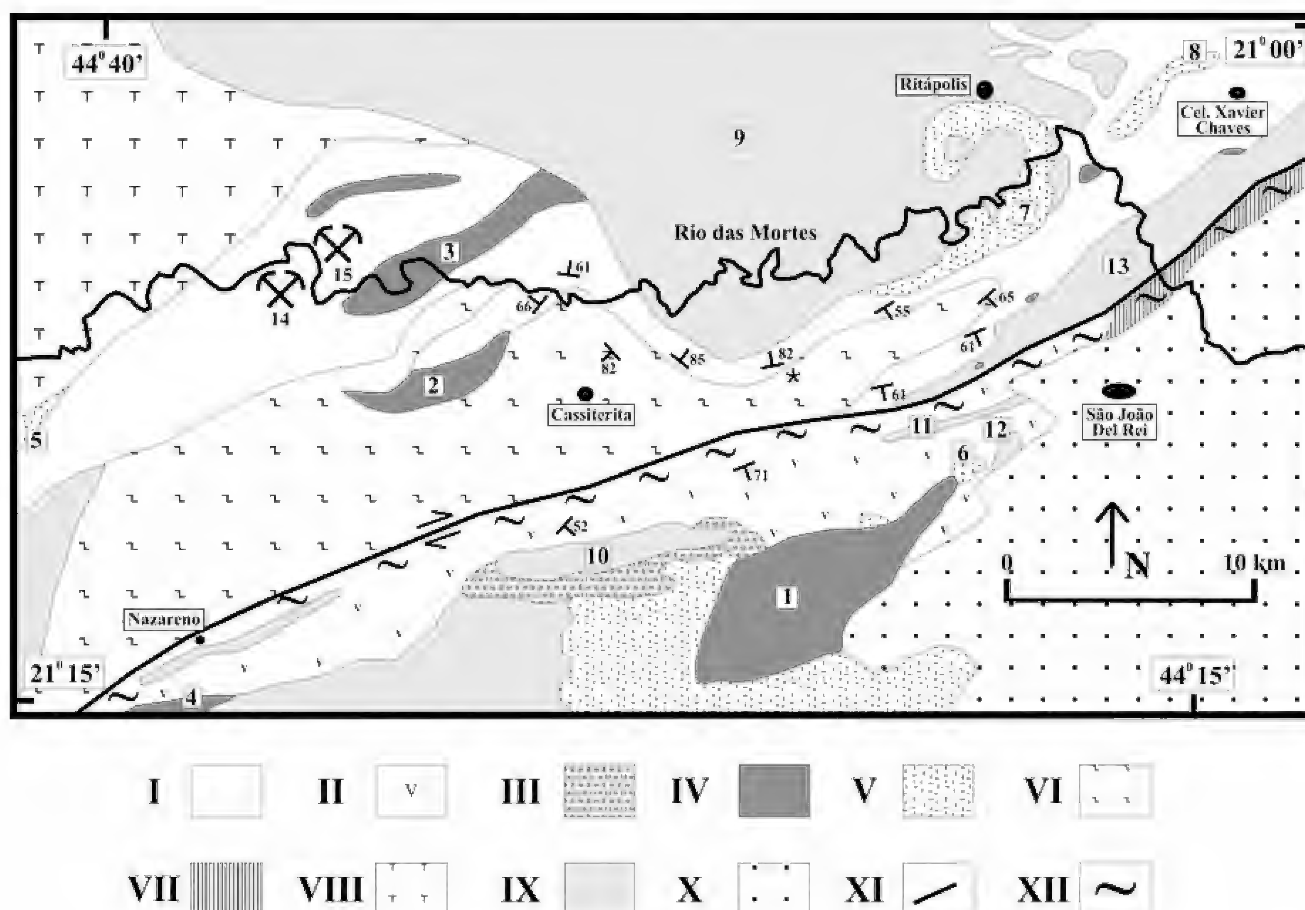


Fig.2- Mapa geológico mostrando a distribuição do Tonalito/Trondhjemito Cassiterita na região entre as cidades de Nazareno, Cassiterita, São João del Rei e Coronel Xavier Chaves (modificado de RIBEIRO, 1997; ÁVILA, 2000 e TOLEDO, 2002). (I) gnaisses e rochas de uma seqüência *greenstone belt* com predominância de anfibolitos, pelitos e gonditos; (II) seqüência *greenstone belt* com predominância de rochas metaultramáficas komatiíticas; (III) Peridotito - Piroxenito Forro; (IV) corpos piroxeníticos – gabróicos; (V) corpos dioríticos – quartzo dioríticos paleoproterozóicos; (VI) Tonalito/Trondhjemito Cassiterita; (VII) gnaisse granítico milonitizado; (VIII) Trondhjemito Tabuões; (IX) granitóides paleoproterozóicos; (X) rochas metassedimentares das bacias São João del Rei, Carandaí e Andrelândia; (XI) falha transcorrente; (XII) zona de Cisalhamento do Lenheiro. (1) gabro São Sebastião da Vitória; (2) Piroxenito-Gabro Manuel Inácio; (3) gabro Rio dos Peixes; (4) gabro Rio Grande; (5) diorito Rio Grande; (6) quartzo Diorito do Brito; (7) diorito Brumado; (8) quartzo Monzodiorito Glória; (9) granitóide Ritápolis; (10) granitóide do Lajedo; (11) granodiorito Brumado de Baixo; (12) suíte Serrinha (Granodiorito Brumado de Cima e corpos granofíricos); (13) gnaisse Granítico Fé; (14) Mina do Volta Grande; (15) Mina Minas Brasil. (*) localização da amostra analisada isotopicamente por Sm/Nd (rocha total) e por $^{207}Pb/^{206}Pb$ (evaporação de Pb em zircão).

Métodos de análise

As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Análises Minerais (Lamin) da Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (CPRM) no Rio de Janeiro e no laboratório químico e mineral da Lakefield Geosol em Belo Horizonte. No Lamin foram utilizados os seguintes métodos analíticos: espectrometria de absorção atômica para TiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, MnO, MgO, CaO, Na_2O, K_2O, Ba, Cr, V, Co, Ni, Zn, Cu, Pb, Li e Mo; espectrofotometria de absorção atômica para SiO_2 e P_2O_5; volumetria para FeO; gravimetria para perda ao fogo com calcinação a 1.000°C até peso constante; e espectrometria por fluorescência de raios X usando técnica de pó prensado para Zr, Sr, Y, Rb e Nb. No Lakefield Geosol utilizaram-se os seguintes métodos analíticos: espectrometria de fluorescência de raios X com amostras fundidas em tetraborato de lítio para SiO_2, TiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, MnO, MgO, CaO, K_2O, P_2O_5, Cr_2O_3 e NiO; espectrometria por absorção atômica, após abertura total com HF + $HClO_4$, para Na_2O; decomposição com HF + H_2SO_4 em cadinho de platina tamponado para FeO, com evolução de CO_2 e titulação do FeO com $KMnO_4$ em presença de ácido bórico; determinação de F por eletrodo de íon específico em fusão alcalina; e gravimetria para perda ao fogo, com calcinação a 1.000°C até peso constante; espectrometria de fluorescência de raios X, usando

técnica de pó prensado, para Cl, S, Th, Ba, Nb, Cs, U, Rb, Hf, Sr, Y e Zr. Os elementos terras raras de todas as amostras foram analisados no laboratório Lakefield Geosol por espectrometria de plasma (ICP), de pré-concentrados em resina de troca iônica.

Litogeoquímica

Os resultados químicos obtidos em 10 amostras de rochas do Tonalito/Trondhjemito Cassiterita podem ser observados nas tabelas 1 e 2.

TABELA 1

Análises químicas (% peso) dos elementos maiores, menores, normas CIPW e razões entre elementos de rochas do Tonalito/Trondhjemito Cassiterita

AMOSTRAS	CT 218A	CT 219	CT 223	CT 224	CT 225	CD 184	CD 309A	CD 309B	CD 329A	CD 353
Classificação	G	T	T	T	T	T	T	T	T	T
Laboratório	*	*	*	*	*	#	#	#	#	#
SiO_2	71,90	68,80	69,50	70,70	71,00	71,30	73,40	70,60	71,30	68,50
TiO_2	0,26	0,32	0,31	0,31	0,31	0,24	0,20	0,29	0,23	0,30
Al_2O_3	13,70	15,10	15,10	16,10	15,10	15,00	14,60	15,20	15,50	16,00
Fe_2O_3	1,20	1,40	2,70	2,70	2,40	1,70	2,00	1,20	0,86	1,90
FeO	1,60	2,80	1,30	0,95	0,80	1,22	0,28	2,00	1,70	1,40
MnO	< 0,05	0,05	0,05	0,05	<0,05	0,07	0,04	0,07	0,07	0,08
MgO	0,66	0,99	0,83	0,99	0,83	0,83	0,62	0,88	0,71	1,10
CaO	2,70	3,10	2,20	2,00	2,80	2,90	2,90	3,60	3,00	3,70
Na_2O	4,00	3,50	3,80	4,30	4,10	4,60	4,30	4,40	4,60	4,70
K_2O	2,20	1,10	1,10	0,97	1,30	1,60	1,20	1,00	1,40	1,40
P_2O_5	0,13	0,18	0,11	0,11	0,09	0,073	0,055	0,097	0,074	0,11
BaO	0,11	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08	0,07	0,06	0,06	0,07
SrO	0,03	0,03	0,04	0,07	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,07
F	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,036	0,038	0,032	0,034	0,032
P.F.	0,80	2,30	2,60	0,80	1,40	0,21	0,37	0,56	0,65	0,60
TOTAL	99,29	99,72	99,70	100,11	100,26	99,91	100,12	100,04	100,24	99,96
FeO_{TOT}/MgO	4,05	4,08	4,46	3,38	3,53	3,14	3,32	3,49	3,46	2,81
Na_2O/K_2O	1,82	3,18	3,45	4,43	3,15	2,88	3,58	4,40	3,29	3,36
					Norma CIPW					
Quartzo	33,23	35,58	38,31	36,47	35,22	30,85	36,76	31,24	30,79	26,11
Ortoclásio	13,27	6,73	6,78	5,78	7,84	9,55	7,15	5,98	8,36	8,37
Albita	34,41	30,42	33,15	36,68	35,14	39,15	36,53	37,48	39,14	40,09
Anortita	13,10	14,82	10,79	9,65	13,82	14,40	14,43	17,71	14,80	18,18
Diopsídio	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hiperstênio	3,20	6,18	2,13	2,49	2,09	2,43	1,55	4,55	3,95	3,42
Espodumênio	0,14	0,16	0,13	0,08	0,14	-	-	-	-	-
Magnetita	1,77	2,09	3,56	2,35	1,70	2,48	0,45	1,75	1,25	2,78
Ilmenita	0,50	0,62	0,61	0,59	0,60	0,46	0,38	0,55	0,44	0,57
Hematita	-	-	0,33	1,10	1,26	-	1,69	-	-	-
Córindon	-	2,91	3,92	4,51	1,95	0,48	0,99	0,45	1,05	0,17
Zircão	0,03	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,03	0,05	0,04	0,04
Apatita	0,32	0,44	0,27	0,27	0,22	0,18	0,13	0,24	0,18	0,27

(*) Lamin; (#) Lakefield Geosol; (G) Granodiorito, (T) Tonalito; (<) abaixo do limite de detecção; (n.a.) não analisado; (-) ausente.

TABELA 2

Análises químicas (em ppm) dos elementos traços, terras raras e razões entre elementos de rochas do Tonalito/Trondhjemito Cassiterita

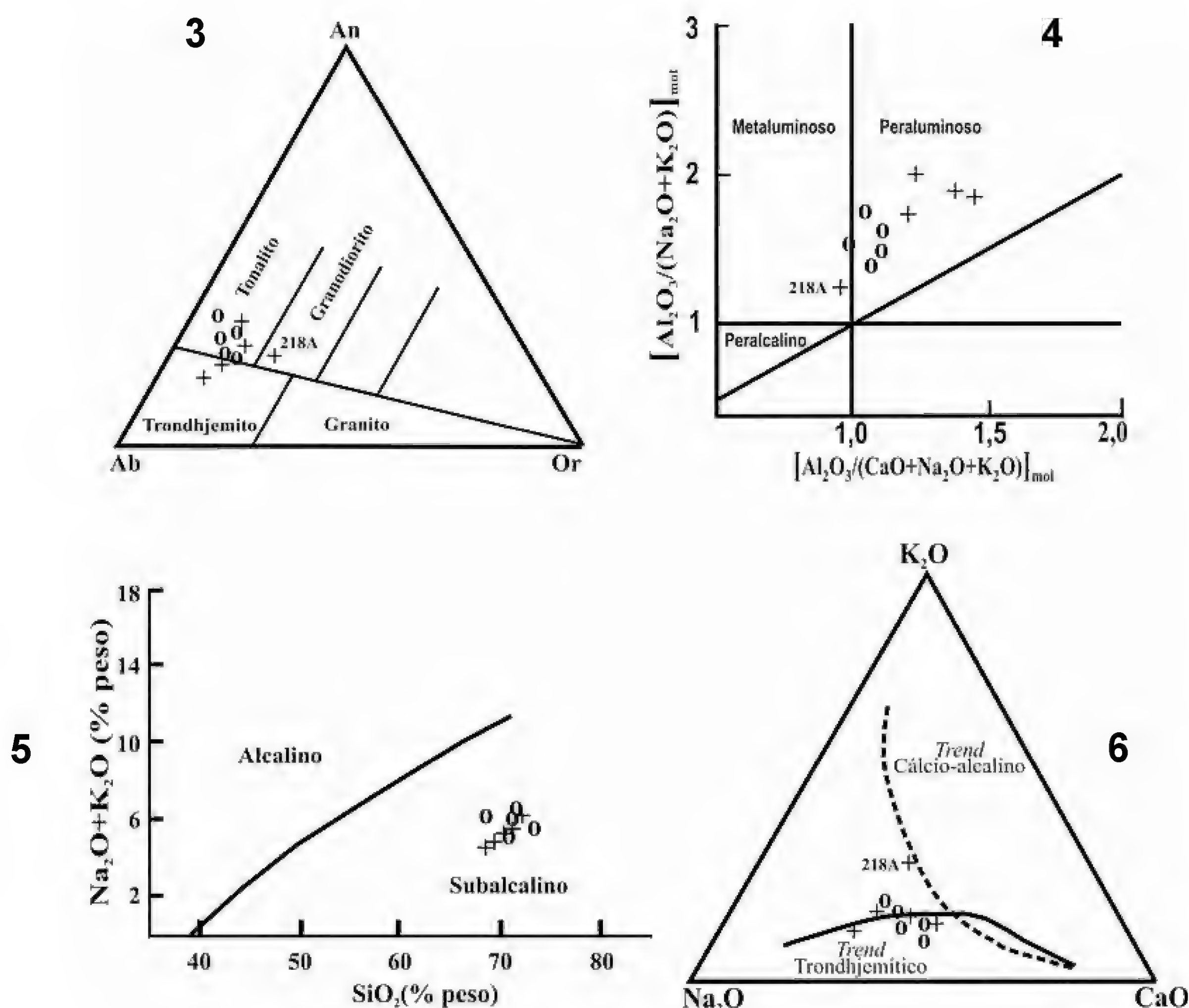
AMOSTRAS	CT 218A	CT 219	CT 223	CT 224	CT 225	CD 184	CD 309A	CD 309B	CD 329A	CD 353
Classificação	G	T	T	T	T	T	T	T	T	T
Laboratório	*	*	*	*	*	#	#	#	#	#
Rb	130	131	193	113	156	106	65	83	98	61
Ba	980	460	500	540	600	725	659	544	512	656
Sr	295	264	359	601	477	431	447	465	471	590
Y	12	13	< 10	< 10	< 10	15	6	18	20	10
Zr	137	258	202	146	111	107	138	224	204	201
Nb	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	22	22	41	31	21
Cu	5	25	15	30	25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Pb	50	30	20	20	20	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Zn	40	55	55	45	50	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Li	53	57	47	30	51	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Mo	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Ta	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	< 5	23	52	19	5
Th	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	19	< 5	7	12	10
U	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	< 10	10	< 10	15	< 10
Hf	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	< 8	< 8	< 8	< 8	< 8
Cs	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	<5	< 5	< 5	< 5	< 5
Rb/Sr	0,44	0,50	0,54	0,19	0,33	0,25	0,15	0,18	0,21	0,10
Sr/Y	24,60	20,30	-	-	-	28,70	74,50	25,80	23,60	59,00
			Elementos	Terras	Raras					
La	n.a.	16,400	15,960	13,960	19,410	21,300	n.a.	19,450	33,880	n.a.
Ce	n.a.	90,190	83,200	30,300	35,140	42,050	n.a.	37,970	38,490	n.a.
Nd	n.a.	13,120	11,370	9,876	14,270	12,170	n.a.	11,320	16,550	n.a.
Sm	n.a.	2,461	2,281	2,114	2,247	1,668	n.a.	1,685	2,562	n.a.
Eu	n.a.	0,657	0,613	0,538	0,547	0,425	n.a.	0,491	0,488	n.a.
Gd	n.a.	2,247	1,997	1,675	1,544	1,142	n.a.	1,437	2,105	n.a.
Dy	n.a.	2,234	1,969	1,782	1,230	0,810	n.a.	1,224	1,305	n.a.
Ho	n.a.	0,478	0,398	0,367	0,255	0,139	n.a.	0,231	0,240	n.a.
Er	n.a.	1,440	1,097	1,050	0,735	0,280	n.a.	0,556	0,546	n.a.
Yb	n.a.	1,085	1,056	1,108	0,665	0,180	n.a.	0,457	0,420	n.a.
Lu	n.a.	0,209	0,149	0,154	0,128	0,035	n.a.	0,084	0,067	n.a.
$(La/Yb)_N$	-	10,110	10,110	8,430	19,520	79,150	-	28,460	53,940	-
Yb_N	-	4,930	4,800	5,040	3,020	0,190	-	2,080	1,910	-
$\sum$ ETR	-	130,500	120,100	62,920	76,170	80,200	-	74,910	96,650	-

(*) Lamin; (#) Lakefield Geosol; (G) Granodiorito, (T) Tonalito; (<) abaixo do limite de detecção; (n.a.) não analisado; (-) ausente.

Os elevados teores de SiO_2, Al_2O_3 e Na_2O em contraste com baixas concentrações de MgO, FeO_{Tot} e K_2O nas rochas do Tonalito/Trondhjemito Cassiterita refletem a escassez de minerais ferromagnesianos e de feldspato potássico e a abundância de plagioclásio sódico e quartzo nas mesmas.

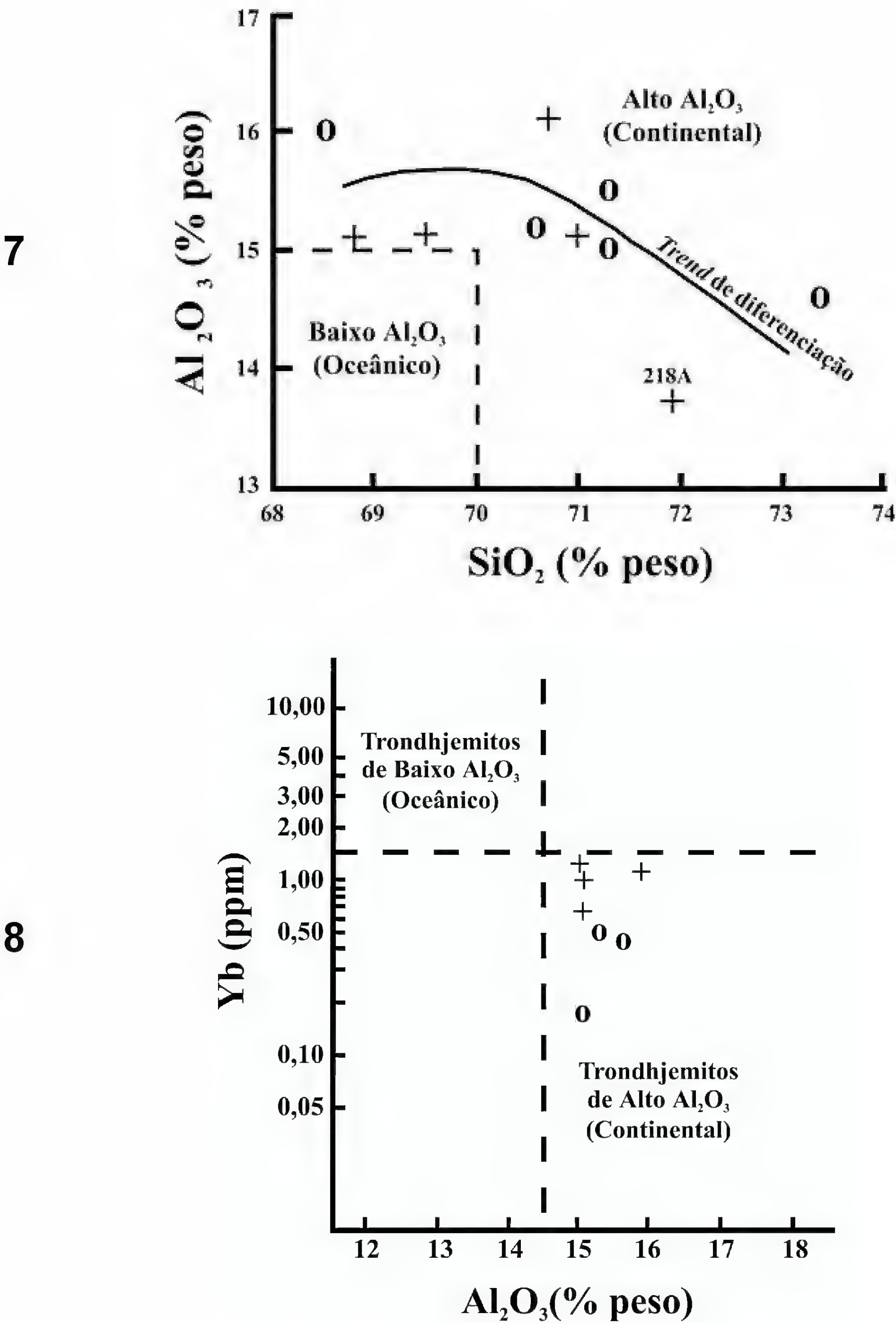
Quando se compara o conteúdo químico da amostra admitida como menos evoluída (SiO_2 = 68,5% peso) com aquele da mais diferenciada (SiO_2 = 73,4% peso), observa-se valores relativamente mais baixos de TiO_2, Al_2O_3, FeO_{Tot}, MgO, CaO, Na_2O, P_2O_5, Sr, Y, Zr na rocha mais diferenciada.

As rochas analisadas do Tonalito/Trondhjemito Cassiterita possuem coríndon normativo (Tab.1) e posicionam-se no campo dos tonalitos e, mais restritamente, no campo dos trondhjemitos (Fig.3). Essas apresentam caráter peraluminoso (Fig.4), são subalcalinas (Fig.5) e alinham-se segundo o *trend* trondhjemítico (Fig.6). Da população de amostras estudadas, a única exceção refere-se à amostra CT-218A, que por ser mais enriquecida em K_2O do que as demais (Tab.1), posiciona-se no campo dos granodioritos na figura 3; situa-se no limite entre os campos metaluminoso e peraluminoso na figura 4; e é deslocada para a região acima do *trend* evolutivo típico de magmas trondhjemíticos na figura 6. Destaca-se que essa amostra apresenta sua trama petrográfica ígnea original fortemente modificada pela ação de um processo tectônico deformacional intenso, que foi acompanhado de mudanças na sua mineralogia e composição química, principalmente a partir do surgimento de feldspato pertítico e muscovita e, conseqüentemente, com enriquecimento em K_2O e Ba (ÁVILA & VALENÇA, 1995).



Diagramas discriminantes para as rochas do Tonalito/Trondhjemito Cassiterita: fig.3- An-Ab-Or (O'CONNOR, 1965); fig.4- $[Al_2O_3/(CaO + Na_2O + K_2O)]_{mol}$ x $[Al_2O_3/(Na_2O + K_2O)]_{mol}$ (MANIAR & PICOLLI, 1989); fig.5- SiO_2 x $Na_2O + K_2O$ (IRVINE & BARAGAR, 1971); fig.6- CaO-Na_2O-K_2O (BARKER & ARTH, 1976). (218A) amostra CT-218A; (+) amostras Lamin; (0) amostras Lakefield Geosol.

No diagrama SiO_2 x Al_2O_3 (Fig.7), as rochas do Tonalito/Trondhjemito Cassiterita alinham-se segundo o *trend* evolutivo proposto por BARKER (1979) para trondhjemitos continentais de alto Al_2O_3, contrastando amplamente com o *trend* dos trondhjemitos oceânicos de baixo Al_2O_3 (plagiogranitos). A proposta de que as rochas estudadas correspondam a trondhjemitos continentais ou de alto Al_2O_3 pode ser corroborada através do diagrama de variação Al_2O_3 x Yb (Fig.8). Alguns dos valores encontrados para $FeO_{Tot.}$ + MgO (2,68-5,03% peso) e para a razão FeO_{Tot}/MgO (2,81-4,46) do Tonalito/Trondhjemito Cassiterita são muito próximos daqueles encontrados por MARTIN (1987) nas rochas trondhjemíticas de alto Al_2O_3 da Finlândia; enquanto os valores de Sr, Y e ETR são compatíveis com os conteúdos apresentados por DRUMMOND & DEFANT (1990) para trondhjemitos de alto Al_2O_3 em geral.



Diagramas discriminantes para as rochas do Tonalito/Trondhjemito Cassiterita. Fig.7- SiO_2 x Al_2O_3 (BARKER, 1979) mostrando o *trend* de diferenciação das rochas do Tonalito/Trondhjemito Cassiterita. (218A) amostra CT-218A; fig.8- Al_2O_3 x Yb (ARTH, 1979). (+) amostras Lamin; (0) amostras Lakefield Geosol.

Os padrões de distribuição dos elementos terras raras normalizados das rochas do corpo estudado podem ser observados na Fig.9. Em geral, as características desses padrões (em conjunto ou individualmente) denotam a forte presença de um componente de cristalização fracionada na história evolutiva do referido corpo ígneo, que levou a formação da variedade de rochas, atualmente, nele encontradas. Assim, partindo-se de rochas menos evoluídas (68,80 – 69,50% peso de SiO_2) para rochas mais evoluídas (71,30% peso de SiO_2) observa-se na figura 9: a) pequeno aumento dos ETR_L e acentuado empobrecimento dos ETR_P. Do mesmo modo, tal empobrecimento pode ser expresso pela variação dos valores da razão $(La/Yb)_N$ de 8,43 para 79,15 em direção às rochas mais evoluídas (Tab.2). Os conteúdos de Lu também mostram o mesmo comportamento; b) uma maior acentuação da forma côncava, evidenciada nos padrões de distribuição dos ETR_P, sugerindo forte contribuição a partir do fracionamento de hornblenda; c) anomalias de Eu, quando presentes são negativas (Eu/Eu* entre 0,84 e 0,95) e em geral insignificantes; d) presença em dois desses padrões de anomalias positivas de Ce, relativas às variedades de rochas menos evoluídas.

Comparando-se o padrão dos elementos terras raras do Tonalito/Trondhjemito Cassiterita com aqueles de rochas dacíticas e trondhjemíticas de ambientes geológicos conhecidos (Fig.10), observa-se uma grande semelhança do mesmo com o padrão das rochas trondhjemíticas associadas a margens continentais (ARTH & HANSON, 1972) ou com rochas dacíticas formadas no interior de continentes (ARTH & BARKER, 1976). Uma diferença entre esses padrões reside na presença de incipiente anomalia negativa de Eu nas rochas do Tonalito/Trondhjemito Cassiterita (Eu/Eu* entre 0,84 e 0,95), enquanto os trondhjemitos de margem continental e interior continental anteriormente citados apresentam, normalmente, anomalia positiva de Eu. Em relação aos plagiogranitos associados a ofiolitos, como por exemplo o de Oman (COLEMAN & DONATO, 1979) e aos dacitos formados em ambiente de arco de ilha (BARKER *et al.*, 1976), as rochas do Tonalito/Trondhjemito Cassiterita diferem marcadamente por seu enriquecimento nos ETR_L e empobrecimento nos ETR_P (Fig.10). Quanto aos Trondhjemitos associados a arco de ilha (BARKER *et al.*, 1976), as rochas do Tonalito/Trondhjemito Cassiterita também diferem em relação à anomalia negativa em Eu e com respeito ao empobrecimento nos ETR_P.

Quanto ao ambiente tectônico, caracterizou-se que as rochas do Tonalito/Trondhjemito Cassiterita posicionam-se no campo dos granitóides de arco vulcânico (Fig.11).

IDADE E GEOQUÍMICA ISOTÓPICA

A idade do Tonalito/Trondhjemito Cassiterita foi obtida pelo método de evaporação de Pb em monocristais de zircão, desenvolvido por KOBER (1986 e 1987), que fornece a idade aparente $^{207}Pb/^{206}Pb$ do grão de zircão analisado. Os cristais de zircão foram separados utilizando técnicas tradicionais, que envolvem trituração e pulverização da amostra e a subseqüente concentração dos cristais de zircão com bromofórmio. Posteriormente, o material proveniente da separação com bromofórmio foi processado no separador isomagnético Frantz e a seleção final dos cristais de zircão foi efetivada com o auxílio de lupa binocular.

A análise isotópica foi realizada no Laboratório de Geologia Isotópica da Universidade Federal do Pará, utilizando-se um espectrômetro de massa de termo-ionização Finningan MAT-262. A aquisição de dados foi efetuada de modo dinâmico utilizando-se o sistema de contador de íons do equipamento. A intensidade do sinal de Pb foi medida na seqüência de massa 204, 206, 207, 208, 206, 207 ao longo de 10 varreduras, definindo cinco blocos de dados, cada um deles com 18 razões $^{207}Pb/^{206}Pb$, totalizando 90 razões $^{207}Pb/^{206}Pb$. Mais raramente, a coleta de dados foi realizada de modo estático em copos de Faraday, somente quando a intensidade do sinal da massa ^{206}Pb era superior a 10 mV. Nesse caso, um bloco de dados incluía 100 razões $^{207}Pb/^{206}Pb$. Em geral, a razão $^{207}Pb/^{206}Pb$ foi medida em três etapas de evaporação nas temperaturas de 1450°C, 1500°C e 1550°C. Na leitura com o contador de íons, a razão média $^{207}Pb/^{206}Pb$ de cada etapa de evaporação foi determinada com base em 5 blocos de dados ou até a intensidade do sinal de Pb ser suficiente para análise isotópica. Quando a coleta foi efetivada utilizando os copos de Faraday cada etapa continha o máximo de 10 blocos de dados. Geralmente, a razão média $^{207}Pb/^{206}Pb$ obtida na etapa de evaporação de mais alta temperatura foi utilizada para o cálculo da idade do zircão.

As idades aparentes $^{207}Pb/^{206}Pb$ foram calculadas com uma incerteza de 2s e, naqueles blocos onde a razão $^{204}Pb/^{206}Pb$ era inferior a 0,0004, a correção do Pb comum transcorreu mediante a utilização do modelo de evolução do Pb na Terra em estágio duplo proposto por STACEY & KRAMERS (1975),

a partir da razão $^{204}Pb/^{206}Pb$. Foram descartadas do cálculo da idade, as leituras onde a razão $^{204}Pb/^{206}Pb$ era superior a 0,0004.

No estudo dos cristais de zircão do Tonalito/Trondhjemito Cassiterita definiu-se a presença de uma única população, na qual os grãos eram, em sua grande maioria, prismáticos, piramidais, castanho amarelados, transparentes a translúcidos e com relação de tamanhos variando entre 2:1 e 5:1. Sete cristais de zircão foram analisados visando a obtenção de suas idades. Quatro grãos (1; 2; 4; 10) apresentaram inicialmente idades jovens durante a primeira etapa de evaporação (1450°C) e idades progressivamente mais antigas, com o subseqüente aumento da temperatura de evaporação (Tab.3). Esta feição permitiu a suposição

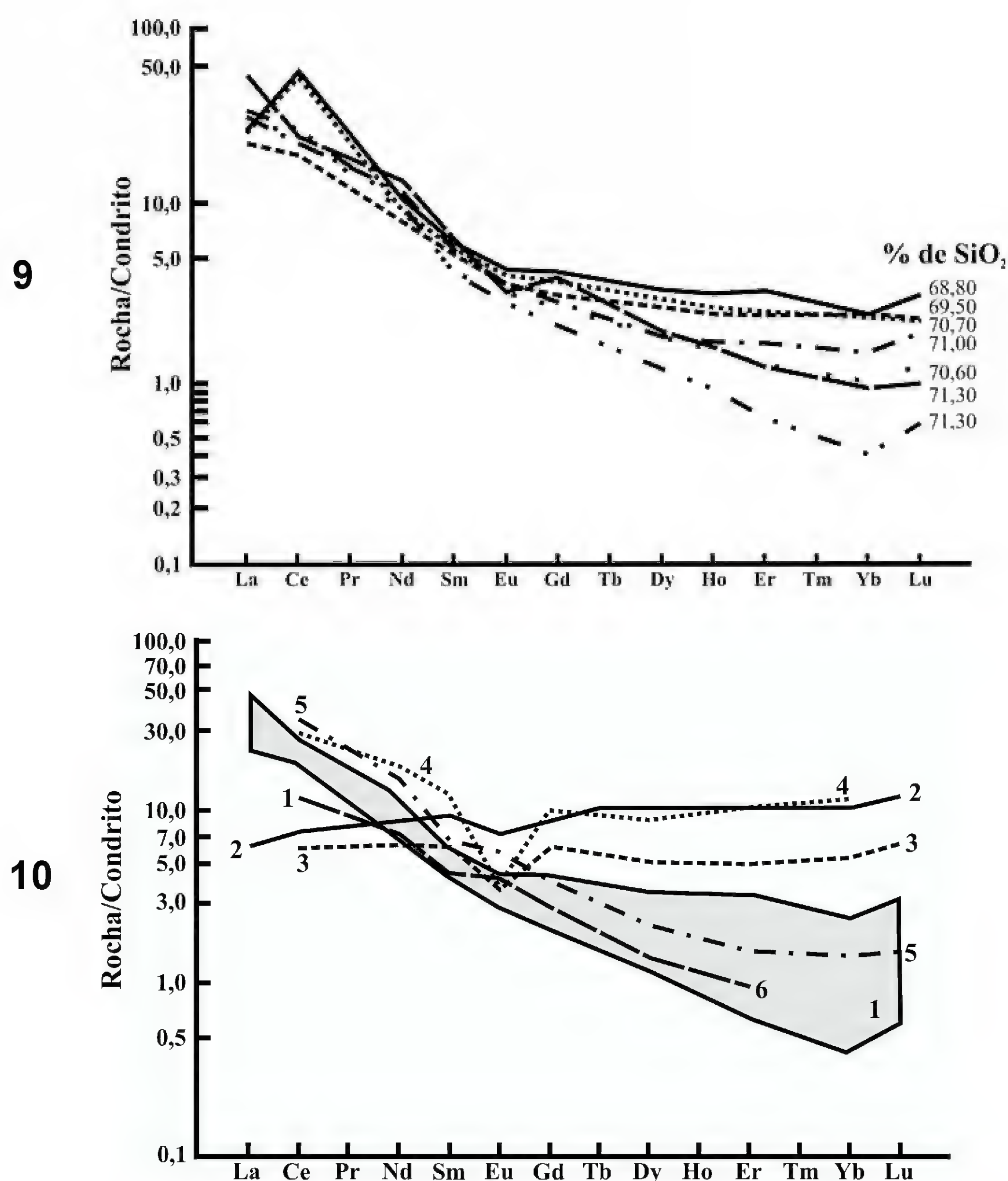
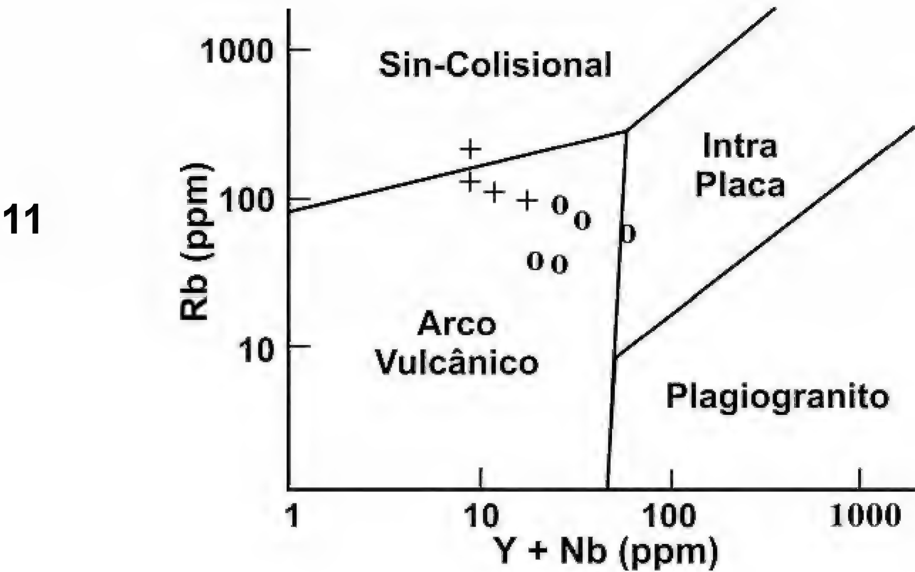


Fig.9- Diagrama de distribuição dos elementos terras raras (normalizados pelos valores do condrito proposto por NAKAMURA, 1974) para as rochas do Tonalito/Trondhjemito Cassiterita; fig.10- Diagrama de distribuição de elementos terras raras, comparando as rochas do Tonalito/Trondhjemito Cassiterita com rochas dacíticas, plagiogranitos e trondhjemitos de diversos ambientes geológicos conhecidos (amostras normalizadas pelos valores do condrito proposto por NAKAMURA, 1974). (1) Tonalito/Trondhjemito Cassiterita; (2) Plagiogranito (baixo Al_2O_3) de ofiolitos - Oman (COLEMAN & DONATO, 1979); (3) Dacito (baixo Al_2O_3) de Arco de Ilha - Saipan (BARKER *et al.*, 1976); (4) Trondhjemito (baixo Al_2O_3) de Arco de Ilha - Rio Brazos (BARKER *et al.*, 1976); (5) Dacito (alto Al_2O_3) de Interior Continental - Novo México (ARTH & BARKER, 1976); (6) Trondhjemito (alto Al_2O_3) de Margem Continental - Califôrnia (ARTH & HANSON, 1972).

da abertura parcial do sistema isotópico com perda de Pb radiogênico. Dois desses grãos (4 e 10) apresentaram na primeira etapa de evaporação à 1450°C, razões $^{207}Pb/^{206}Pb$ muito baixas, enquanto as razões $^{207}Pb/^{206}Pb$ obtidas nas etapas de evaporação a 1500°C e 1550°C são muito próximas, quase sem nenhuma variação. As idades obtidas nessas duas etapas de evaporação foram de 2167 ± 8 Ma e 2169 ± 4 Ma para o cristal 4, e 2160 ± 4 Ma e 2152 ± 4 Ma para o cristal 10. Juntamente com a idade de 2193 ± 10 Ma do cristal 5 pode ser definida uma idade mínima de 2.162 ± 10 Ma (Fig.12 e Tab.3).

11



12

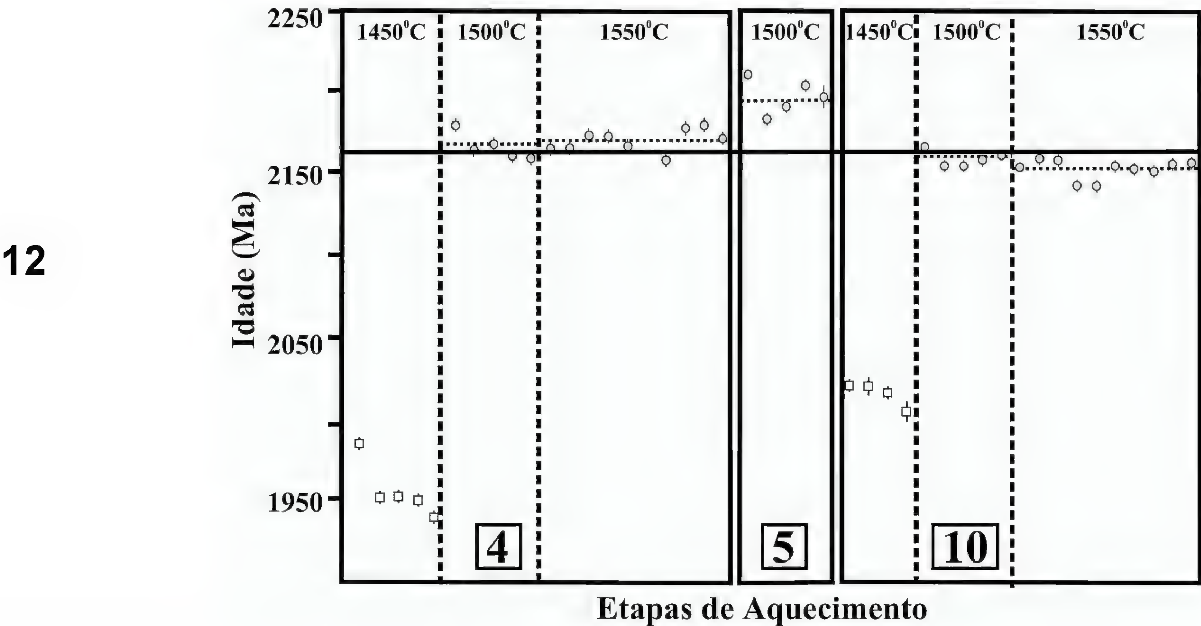


Fig.11- Diagrama discriminante Y + Nb x Rb (PEARCE, HARRIS & TINDLE, 1984) para as rochas do Tonalito/Trondhjemito Cassiterita; fig.12- Diagrama idade (Ma) x Etapas de Aquecimento de monocristais de zircão do Tonalito/Trondhjemito Cassiterita. (4, 5, 10) grãos de zircão na tabela 3; (ɸ) bloco de razões isotópicas utilizadas para o cálculo da idade; (☐) bloco eliminado subjetivamente; desvio analítico a 2s; (▬) refere-se à idade do corpo; (---) correspondem à idade de cada etapa de evaporação.

TABELA 3

Resultados analíticos dos grãos de zircão
analisados por evaporação de Pb para a obtenção da idade do Tonalito/Trondhjemito Cassiterita

Amostra Nº Zircão	Temperatura de Evap. (ºC)	Razões obtidas/ Possíveis	$^{204}Pb/^{206}Pb$ ± 2σ	$^{208}Pb/^{206}Pb$ ±2σ	$^{207}Pb/^{206}Pb$ ± 2σ	$(^{207}Pb/^{206}Pb)c$ ±2σ	Idade (Ma) ±2σ
1	1450	16/18	0.000039 ± 22	0.0470 ± 8	0.1245 ± 6	0.1240 ± 8	2014 ± 10
	1500	52/54	0.000003 ± 4	0.0732 ± 2	0.1447 ± 4	0.1447 ± 4	2285 ± 4
2	1450	18/18	0.000059 ± 10	0.0611 ± 4	0.1282 ± 6	0.1275 ± 6	2063 ± 10
	1500	54/54	0.000089 ± 20	0.0735 ± 2	0.1294 ± 2	0.1282 ± 2	2074 ± 2
3	1500	54/54	0.000105 ± 20	0.0903 ± 4	0.1337 ± 2	0.1323 ± 4	2129 ± 4
4	1450	84/90	0.000168 ± 42	0.0416 ± 6	0.1224 ± 6	0.1201 ± 12	1957 ± 16
	#1500	90/90	0.000132 ± 36	0.0582 ± 4	0.1370 ± 2	0.1352 ± 6	2167 ± 8
	#1550	99/100	0.000026 ± 0	0.0559 ± 4	0.1357 ± 4	0.1354 ± 4	2169 ± 4
5	#1500	46/54	0.000008 ± 0	0.0795 ± 10	0.1374 ± 8	0.1373 ± 8	2193 ± 10
7	*1450	18/18	0.000424 ± 50	0.0879 ± 6	0.1347 ± 8	0.1291 ± 10	2087 ± 14
10	1450	72/72	0.000114 ± 24	0.0609 ± 2	0.1259 ± 4	0.1241 ± 4	2017 ± 6
	#1500	88/90	0.000042 ± 6	0.0869 ± 8	0.1352 ± 4	0.1446 ± 4	2160 ± 4
	#1550	94/100	0.000025 ± 0	0.0837 ± 4	0.1344 ± 2	0.1341 ± 2	2152 ± 4

Idade: 2.162 ± 10 Ma

(#) leituras utilizadas no cálculo da idade; (*) leitura descartada por apresentar razão $^{204}Pb/^{206}Pb$ alta.

Somente o grão 1 apresentou uma idade mais velha (2.285 ± 4 Ma) do que a encontrada para os demais grãos de zircão analisados do corpo em questão (Tab.3), podendo o mesmo ser considerado como um xenocristal pertencente a um componente crustal mais antigo, parcialmente assimilado durante a ascensão e cristalização do magma pai do Tonalito/Trondhjemito Cassiterita. Idades da ordem de 2,29 Ga foram obtidas por MACHADO *et al.* (1996) por LA-ICPMS em grãos detríticos de zircão de rochas dos Grupos Itacolomi e Tamanduá. Esses dados sugerem a presença de uma crosta mais velha do que aquela relacionada aos granitóides estudados, porém ainda de idade paleoproterozóica. É também interessante notar, que até o presente momento, as idades mais antigas dos corpos plutônicos relacionados ao Cinturão Mineiro, referem-se ao Gabro de São Sebastião da Vitória com 2.220 ± 3 Ma (VALENÇA *et al.*, 2000) e ao Granodiorito Brumado de Baixo com 2.218 ± 3 Ma (ÁVILA, 2000).

Em relação aos resultados Sm/Nd em rocha total (Tab.4), verifica-se que o Tonalito/Trondhjemito Cassiterita apresenta U_{Nd} negativo e muito próximo a zero, o que possibilita a inferência de que a gênese do mesmo está relacionada à fusão parcial de uma fonte de origem predominantemente mantélica, com baixa razão de assimilação de material crustal. A idade paleoproterozóica da fonte é expressa pela idade de extração do magma do manto (T_{DM} de 2,47 Ga), diagnóstica de um curto período de residência crustal.

Gênese do Tonalito/Trondhjemito Cassiterita

BARKER & ARTH (1976), MARTIN (1987) e DRUMMOND & DEFANT (1990) sumarizaram várias hipóteses para a geração de líquidos cálcio-alcalinos trondhjemíticos de alto e baixo Al_2O_3, dentre as quais: diferenciação de um magma basáltico hidratado ou de um magma andesítico de baixo potássio; e fusão parcial de rochas com composição basáltica, incluindo gabros, anfibolitos e quartzo eclogitos.

GREEN & RINGWOOD (1968) consideraram o processo de cristalização fracionada a partir de um magma basáltico anidro, como um mecanismo ineficiente para a formação de grandes volumes de rochas vulcânicas félsicas cálcio-alcalinas. Segundo SPULLER & RUTHERFORD (1983) seria necessário cerca de 90% de cristalização de um magma basáltico para formar um líquido residual, compatível com uma composição tonalítica. De forma semelhante, a hipótese de geração de rochas tonalíticas e trondhjemíticas a partir da cristalização fracionada de um magma basáltico hidratado também requereria a presença, na área em questão, de rochas cumuláticas máficas e ultramáficas contemporâneas.

TABELA 4

Resultados e parâmetros analíticos Sm/Nd do Tonalito/Trondhjemito Cassiterita. Idade modelo calculada segundo proposta de DePAOLO (1988)

AMOSTRA	Sm	Nd	f Sm/Nd	$^{147}Sm/^{144}Nd$	$^{143}Nd/^{144}Nd$	$\epsilon_{(0)}$	$\epsilon_{(T)}$	T_{DM} (Ga)
Trondhjemito Cassiterita	2,148	12,600	-0,48	0,10310	0,511260	-26,9	-0,9	2,47

Na região estudada, rochas ultramáficas e máficas plutônicas são representadas pelos Peridotito-Piroxenito Forro, pelos gabros de São Sebastião da Vitória, Rio Grande, Rio dos Peixes e Vitoriano Veloso e pelos dioritos Brumado e Rio Grande (Fig.2). Porém, em relação ao Tonalito/Trondhjemito Cassiterita, o Gabro de São Sebastião da Vitória apresenta idade de cristalização de 2.220 ± 3 Ma (VALENÇA *et al.*, 2000), sendo desta maneira cerca de 60 Ma mais antigo, enquanto o Diorito Brumado com 2.131 ± 4 Ma (ÁVILA, 2000) é aproximadamente 30 Ma mais novo. Assim, esses dois corpos não poderiam corresponder a rochas cumuláticas proveniente do mesmo magma, a partir do qual se formaram as rochas do Tonalito/Trondhjemito Cassiterita.

WOLF & WYLLIE (1991) obtiveram em estudos experimentais, um líquido de composição tonalítica-trondhjemítica de alto Al_2O_3, a partir da fusão parcial de uma rocha com composição toleítica de baixo K (percentagem entre 10 e 20% e condições sub-saturadas de H_2O), sob pressões variando entre 10 e 22 Kbar, enquanto BEARD & LOFGREEN (1989) mostraram que a porcentagem de plagioclásio presente no resíduo de uma fusão saturada em água decresce, sistematicamente com a elevação da temperatura e o incremento na porcentagem de fusão. BARKER & ARTH (1976) sugeriram que o conteúdo de Al_2O_3 das rochas trondhjemíticas refletiria o grau de participação de plagioclásio no resíduo da fusão parcial da rocha fonte, sendo que trondhjemitos de alto Al_2O_3 seriam provenientes da fusão parcial de rochas metabásicas, onde o plagioclásio provavelmente não faria parte do resíduo ou seria um componente menor, enquanto que nos trondhjemitos de baixo Al_2O_3, esse mineral ainda estaria presente no resíduo da fusão.

No caso do magma precursor do Tonalito/Trondhjemito Cassiterita, definiu-se para o mesmo um elevado conteúdo de Al_2O_3 (Fig.7), compatível com ambiente de formação de arco vulcânico continental predominantemente (Figs.7, 11), a partir da fusão de rochas de derivação predominantemente mantélica. De acordo com essas considerações, sugere-se que o modelo para a formação das rochas aqui estudadas envolveria, inicialmente, a atividade de uma pluma mantélica, proporcionando a extrusão de magmas basálticos responsáveis pela formação de uma espessa pilha de rochas básicas toleíticas. Materiais dessa pilha, subductados e metamorfisados na fácies anfibolito/eclogito, gerariam rochas anfibolíticas e/ou eclogíticas, compostas por hornblenda, piroxênio, plagioclásio, titanita e outros minerais acessórios. Com a elevação da P e T associada ao processo de subducção da pilha basáltica e ao metamorfismo da mesma, iniciar-se-ia a fusão parcial dessas rochas, com a geração de líquidos de composição trondhjemítica com elevado conteúdo de Al_2O_3, o que segundo BARKER & ARTH (1976) implicaria no consumo total do plagioclásio da fonte e no enriquecimento de CaO, Na_2O e Sr. A presença de incipiente anomalia negativa de Eu, a diminuição da relação Sr/Y e o padrão de distribuição dos ETR_P sugerem que hornblenda teria participado da formação do líquido trondhjemítico. O líquido gerado seria então removido e evoluiria a partir de um processo de cristalização, controlado principalmente, pelo fracionamento de plagioclásio e hornblenda, que empobreceriam a porção mais diferenciada desse líquido (aqueles mais ricos em SiO_2) nos ETR_P. Zircão e allanita também seriam minerais fracionantes desse magma, porém por estarem presentes em baixa proporção, não influenciariam diretamente o conteúdo dos elementos maiores, mas controlariam a distribuição de alguns elementos traços e terras raras, tais como Zr, Hf, Y, Ce e La.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

A proposta de fusão parcial de uma pilha de rochas metamórficas de composição basáltica, compostas por hornblenda, plagioclásio, piroxênio, titanita e outros minerais acessórios para a formação do Tonalito/Trondhjemito Cassiterita, conjuntamente com a idade de extração do magma do manto (T_{DM}) de 2,47 Ga (Tab.4) permitem inferir a presença de um vulcanismo paleoproterozóico de caráter básico, possivelmente toleítico. A idade T_{DM} de 2,27 Ga do Batólito Alto Maranhão e o U_{Nd} positivo do mesmo

(NOCE *et al.*, 2000) corroboram a proposta da presença de uma crosta juvenil basáltica, provavelmente jovem e quente durante o Paleoproterozóico.

Admite-se que o processo de fusão parcial da fonte do magma trondhjemítico estaria relacionado a um estágio do desenvolvimento de uma margem continental ativa, que culminou com a formação do Cinturão Mineiro (TEIXEIRA *et al.*, 1997). Os trabalhos isotópicos inicialmente desenvolvidos neste cinturão por Rb/Sr (rocha total e minerais) e Pb/Pb (em galenas) sugeriram para o plutonismo paleoproterozóico, um amplo espectro de idades (Fig.13), variando de 2.332 +162-182 Ma para o Granitóide Boa Esperança (TEIXEIRA *et al.*, 1987) até 1.821 ± 71 Ma para o Granito da Pedreira Tranco (PADILHA, VASCONCELOS & GOMES, 1991). NOCE *et al.* (2000) indicaram que parte das idades Rb/Sr existentes dos corpos plutônicos tendem a ser mais novas que as idades U/Pb e $^{207}Pb/^{206}Pb$ (em zircão), em decorrência de distúrbios isotópicos, que ocasionaram a abertura do sistema Rb/Sr. Na figura 13 observa-se uma ampla dispersão e uma grande variação nas idades Rb/Sr e Pb/Pb (em galena), que poderiam estar relacionadas a distúrbios isotópicos decorrente do evento metamórfico regional relacionado ao Paleoproterozóico. Idades mais precisas, recentemente obtidas em grãos de zircão por U/Pb e por evaporação de Pb em zircão, permitiram melhor aferir o intervalo de idade de posicionamento de parte desses corpos, considerado neste trabalho como variando entre 2.220 ± 3 Ma e 2.121 ± 7 Ma, idades estas referentes, respectivamente, ao Gabro de São Sebastião da Vitória (VALENÇA *et al.*, 2000) e ao Granitóide Ritápolis (ÁVILA *et al.*, 1998).

BRUECKNER *et al.* (2000) propuseram a partir de uma isócrona Sm/Nd em rochas do Grupo Sabará, que o metamorfismo transamazônico teria se processado próximo a 2.098 ± 33 Ma na área do Quadrilátero Ferrífero. Segundo ALKMIM & MARSHAK (1998), a estruturação em domos e quilhas das rochas do Quadrilátero Ferrífero no

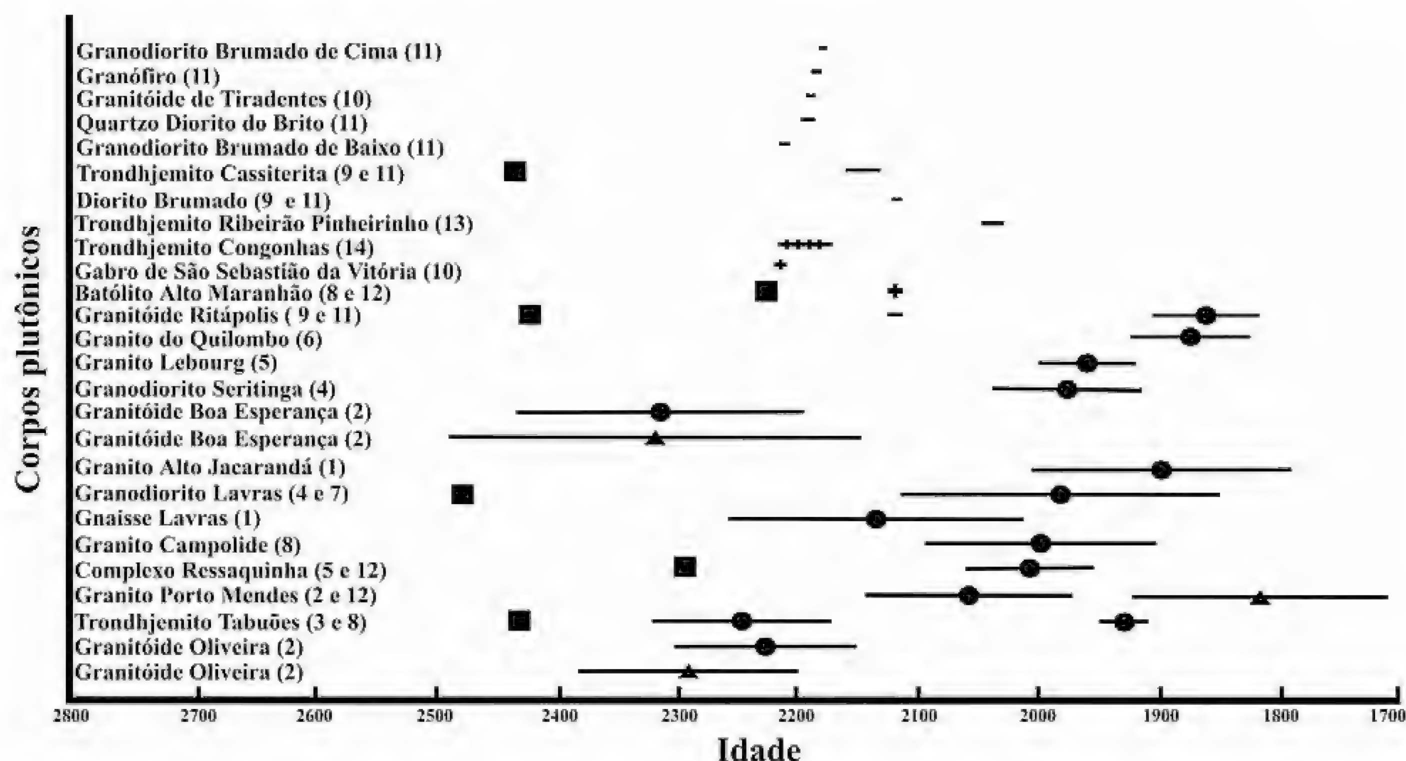


Fig.13- Distribuição dos intervalos (inclusive com o erro) das idades por Rb/Sr, Pb/Pb (galena), U/Pb (zircão), Pb/Pb (zircão) dos corpos plutônicos paleoproterozóicos presentes na borda meridional do Cráton São Francisco. (1) TEIXEIRA (1985); (2) TEIXEIRA *et al.* (1987); (3) QUEMÉNÉUR & VIDAL (1989); (4) HEILBRON *et al.* (1989); (5) PADILHA, VASCONCELOS & GOMES (1991); (6) CHOUDHURI *et al.* (1992); (7) PINESE (1997); (8) TEIXEIRA *et al.* (2000); (9) ÁVILA *et al.* (1998); (10) VALENÇA *et al.* (2000); (11) ÁVILA (2000); (12) NOCE *et al.* (2000); (13) EVANGELISTA, PERES & MACAMBIRA (2000); (14) ROSA-SEIXAS *et al.* (2002b). (■) Idade T_{DM} (Sm/Nd); (●) Idade Rb/Sr; (▲) Idade Pb/Pb (em galena); (—) Idade $^{207}Pb/^{206}Pb$ (em zircão); (+) Idade U/Pb (em zircão).

Paleoproterozóico teria se efetivado durante a fase do colápso orogênico, por volta de 2095 Ma. Na área de São João del Rei, admite-se que o último evento magmático estaria relacionado ao Granitóide Ritápolis e as manifestações pegmatíticas associadas ao mesmo. CHERMAN (2002) obteve idade de 2.116 ± 9 Ma (evaporação de Pb em zircão) para a fase granítica tardia presente na região de Itumirim, corroborando a proposta referente ao intervalo mínimo para o plutonismo félsico da área em questão e para parte da porção meridional do Cráton São Francisco. Admite-se, desta forma, que o posicionamento dos corpos plutônicos da região entre Lavras e São João del Rei teria antecedido a estruturação em domos e quilhas presente no Quadrilátero Ferrífero durante o Paleoproterozóico.

A partir dos dados apresentados, propõe-se que a participação de corpos plutônicos de composição tonalítica - trondhjemítica durante a evolução do Cinturão Mineiro teria sido diacrônica, uma vez que no atual estágio de conhecimento, as idades obtidas abrangem um intervalo de pelo menos 159 Ma, com base nas seguintes idades: 2.196 ± 18 Ma do Trondhjemito-Granodiorito Congonhas (ROSA-SEIXAS et al., 2002b); 2.162 ± 10 Ma do Tonalito/Trondhjemito Cassiterita (ÁVILA, 2000); 2.124 ± 2 Ma do Batólito Alto Maranhão (NOCE, 1995); e de 2.036 ± 4 Ma do Trondhjemito Ribeirão Pinheirinho (EVANGELISTA, PERES & MACAMBIRA, 2000). A presença de herança radiogênica com idade mínima de 2.166 Ma em um cristal de zircão do Batólito Alto Maranhão (NOCE, 1995) permite inferir que o referido corpo teria transposto ou se instalado em uma crosta continental, que envolveria rochas com idade de formação bastante próxima à do Tonalito/Trondhjemito Cassiterita.

AGRADECIMENTOS

Aos hoje geólogos Fabiano Mendes Couto, Cecília Maria Mazza e Daniel Cardoso Dutra, pelo acompanhamento de parte das atividades de campo durante a realização de suas monografias de graduação; aos professores André Ribeiro, Fábio Paciullo e Rudolph Trouw (Universidade Federal do Rio de Janeiro), pelas discussões referentes à geologia regional e aos problemas geológicos da borda meridional do Cráton São Francisco; aos professores Wilson Teixeira (Universidade de São Paulo), Roberto Dall'Agnol (Universidade Federal do Pará) e Mônica Heilbron (Unversidade do Estado do Rio de Janeiro), pelas sugestões ao manuscrito. À Fundação de Amparo e Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) (proc.170-905/2001, para C.A.Ávila), pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALKMIM, F.F. & MARSHAK, S., 1998 – Transamazonian Orogeny in the southern São Francisco Craton region, Minas Gerais, Brazil: evidence for Paleoproterozoic collison and collapse in the Quadrilátero Ferrífero. **Precambrian Research**, Amsterdam, **90**(1):29-58.

ARTH, J.G., 1979 – Some trace elements in trondhjemites-their implications to magma genesis and paleotectonic setting. In: BARKER, F. (Ed.) **Trondhjemites, dacites, and related rocks**. Amsterdam: Elsevier. p.123-132.

ARTH, J.G. & BARKER, F., 1976 – Rare-earth partitioning between hornblende and dacitic liquid and implications for the genesis of trondhjemitic-tonalitic magmas. **Geology**, Boulder, **4**(9):534-536.

ARTH, J.G. & HANSON, G.N., 1972 – Quartz diorites derived by partial melting of eclogite or amphibolite at mantle depths. **Contributions to Mineralogy and Petrology**, Berlin, **37**(2):161-174.

ÁVILA, C.A., 1992 – **Geologia, petrografia e geoquímica das rochas pré-cambrianas (Unidade Metadiorítica Ibitutinga e Unidade Metatrondhjemítica Caburu) intrusivas nas rochas do Greenstone Belt Barbacena, São João Del Rei, Minas Gerais**. Rio de Janeiro. 265p. Dissertação (Mestrado em Geologia), Programa de Pós-graduação em Geologia, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

ÁVILA, C.A., 2000 – **Geologia, petrografia e geocronologia de corpos plutônicos Paleoproterozóicos da borda meridional do Cráton São Francisco, região de São João Del Rei, Minas Gerais**. Rio de Janeiro. 401p. Tese (Doutorado em Geologia), Programa de Pós-graduação em Geologia, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

ÁVILA, C.A. & VALENÇA, J.G., 1993 – Caracterização geoquímica e ambiente tectônico de rochas trondhjemíticas intrusivas no Greenstone Belt Barbacena. Exemplo: Metatrondhjemito Caxambu. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA, 4., Brasília. **Boletim Resumos Expandidos...**, Brasília: Sociedade Brasileira de Geoquímica, v.1, p.75-78.

ÁVILA, C.A. & VALENÇA, J.G., 1995 – Mudanças petrográficas e geoquímicas como evidências de metassomatismo potássico em rochas trondhjemíticas precambrianas da região de São João del Rei, Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA, 5., Niterói. **Boletim Resumos Expandidos...**, Niterói: Sociedade Brasileira de Geoquímica. (CD-ROM).

ÁVILA, C.A.; VALENÇA, J.G.; MOURA, C.A.V.; RIBEIRO, A. & PACIULLO, F.V., 1998 – Idades $^{207}Pb/^{206}Pb$ em zircões de corpos metaplutônicos da região de São João Del Rei, borda sul do Cráton do São Francisco, Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 40., Belo Horizonte. **Boletim Resumos...**, Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Geologia, v.1, p.75-78.

ÁVILA, C.A.; VALENÇA, J.G.; NETO, A.A. & COUTO, F.M., 1999 – Geologia e petrografia de rochas piroxeníticas-gabróicas arqueanas/paleoproterozóicas da borda sul do Cráton do São Francisco. **Boletim do Museu Nacional, Nova Série, Geologia**, Rio de Janeiro (50):1-30.

BARBOSA, M.I.M., 1998 – **Complexo ultramáfico acamadado Morro das almas, região de Bom Sucesso e Ibituruna (MG): geologia, magmatismo e metamorfismo.** Rio de Janeiro. 212p. Tese (Doutorado em Geologia), Programa de Pós-graduação em Geologia, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

BARKER, F., 1979 – Trondhjemite: definition, environment and hypotheses of origin. In: BARKER, F. (Ed.) **Trondhjemites, dacites, and related rocks**. Amsterdam: Elsevier. p.1-12.

BARKER, F. & ARTH, J.G., 1976 – Generation of trondhjemitic-tonalitic liquids and Archean bimodal trondhjemite-basalt suites. **Geology**, Boulder, **4**(10):596-600.

BARKER, F.; ARTH, J.G.; PETERMAN, Z.E. & FRIEDMAN, I., 1976 – The 1.7 to 1.8-b.y.-old trondhjemites of southwestern Colorado and northern New Mexico: Geochemistry and depths of genesis. **Geological Society of America Bulletin**, Boulder, **87**(2):189-198.

BEARD, J.S. & LOFGREEN, G.E., 1989 – Effect of water on the composition of partial melts of greenstone and amphibolite. **Science**, Washington, **244**(4):195-197.

BRUECKNER, H.K.; CUNNINGHAM, D.; ALKMIN, F.F. & MARSHAK, S., 2000 – Tectonic implications of Precambrian Sm-Nd dates from the southern São Francisco craton and adjacent Araçuaí and Ribeira belts, Brasil. **Precambrian Research**, Amsterdam, **99**(2):255-269.

CARNEIRO, M.A., 1992 – **O Complexo Metamórfico Bonfim Setentrional (Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais): litoestratigrafia e evolução geológica de um segmento de crosta continental do Arqueano**. São Paulo. 233p. Tese (Doutorado em Geologia), Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

CARNEIRO, M.A.; TEIXEIRA, W.; CARVALHO, I.M.C.; OLIVEIRA, A.H. & FERNANDES, R.A., 1997 - Archean Sm/Nd isochron age from the Ribeirão dos Motas layered rocks sequence, southern São Francisco Craton, Brazil. In: SOUTH AMERICAN SYMPOSIUM ON ISOTOPE GEOLOGY, 1., Campos do Jordão. **Extend Abstracts...**, Campos do Jordão: Sociedade Brasileira de Geologia, v.1, p.63-64.

CHERMAN, A.F., 2002 – **Geologia, petrografia, feições estruturais e geocronologia dos corpos metagranitóides intrusivos no Greenstone Belt Barbacena, na região entre Lavras e Nazareno (sul de Minas Gerais)**. Rio de Janeiro. 60p. Monografia (Exame de Qualificação para Doutorado em Geologia), Programa de Pós-graduação em Geologia, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

CHOUDHURI, A.; CROSTA, A.P.; SCHRANK, A.; SZABÓ, G.A.J. & IYER, S.S., 1992 – The Quilombo Granite in the Archean Morro do Ferro Greenstone belt, SW Minas Gerais, and character of the Transamazonian Event. **Revista da Escola de Minas**, Belo Horizonte, **45**(1/2):152-153.

COLEMAN, R.G. & DONATO, M.M., 1979 – Oceanic plagiogranite revisited. In: BARKER, F. (Ed.) **Trondhjemites, dacites, and related rocks**. Amsterdam: Elsevier. p.149-168.

COUTO, F.M., 2000 – **Metadioritos, metaquartzo dioritos e metatonalitos (associação MDQT) e suas rochas encaixantes do Greenstone Belt Barbacena, na região de Lavras – Nazareno (sul do Estado de Minas Gerais)**. Rio de Janeiro. 75p. Dissertação (Mestrado em Geologia), Programa de Pós-Graduação em Geologia, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

DePAOLO, D.J., 1988 – **Neodymium isotope geochemistry: an introduction**. Berlin: Springer-Verlag. 187p.

DRUMMOND, M.S. & DEFANT, M.J., 1990 – A model for trondhjemite-tonalite-dacite genesis and crustal growth via slab melting: Archean to modern comparisons. **Journal of Geophysical Research**, Washington, **95**(B13):21503-21521.

ENDO, I., 1997 – **Regimes tectônicos do Arqueano e Proterozóico no interior da Placa Sanfranciscana: Quadrilátero Ferrífero e áreas adjacentes, Minas Gerais**. São Paulo. 243p. Tese (Doutorado em Geologia), Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

EVANGELISTA, H.J.; PERES, G.G. & MACAMBIRA, M.J.B., 2000 – Pb/Pb single-zircon dating of Paleoproterozoic calc-alkaline/alkaline magmatism in the southeastern São Francisco Craton region, Brazil. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, **30**(1):174-176.

GREEN, T.H. & RINGWOOD, A.E., 1968 – Genesis of the calc-alkaline igneous rock suite. **Contributions to Mineralogy and Petrology**, Berlin, **18**(2):105-162.

HEILBRON, M.; GONÇALVES, M.L.; TEIXEIRA, W.; TROUW, R.A.J.; PADILHA, A.V. & KAWASHITA, K., 1989 – Geocronologia da região entre Lavras, São João del Rei, Lima Duarte e Caxambu (MG). **Anais**

da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, **61**(2):177-199.

IRVINE, T.N. & BARAGAR, W.R.A., 1971 – A guide to the chemical classification of common volcanic rocks. **Canadian Journal of Earth Sciences**, Ottawa, **8**(5):523-548.

KOBER, B., 1986 – Whole-grain evaporation for $^{207}Pb/^{206}Pb$ age investigations on single zircons using a double filament thermal ion source. **Contributions to Mineralogy and Petrology**, Berlin, **93**(4):482-490.

KOBER, B., 1987 – Single-zircon evaporation combined with Pb^{+} emitter bedding for $^{207}Pb/^{206}Pb$ age investigations using thermal ion mass spectrometry, and implications to zirconology. **Contributions to Mineralogy and Petrology**, Berlin, **96**(1):63-71.

MACHADO, N.; SCHRANK, A.; NOCE, C.M. & GAUTHIER, G., 1996 - Ages of detrital zircon from Archean-Paleoproterozoic sequences: implications for Greenstone Belt setting and evolution of a Transamazonian foreland basin in Quadrilátero Ferrífero, southeast Brazil. **Earth and Planetary Science Letters**, Amsterdam, **141**(1/4):259-276.

MANIAR, P.D. & PICOLLI, P.M., 1989 – Tectonic discrimination of granitoids. **Geological Society of America Bulletin**, Boulder, **101**(5):635-643.

MARTIN, H., 1987 – Petrogenesis of Archaean trondhjemites, tonalites and granodiorites from eastern Finland: major and trace element geochemistry. **Journal of Petrology**, Oxford, **28**(5):921-953.

NAKAMURA, N., 1974 – Determination of REE, Ba, Fe, Mg, Na and K in carbonaceous and ordinary chondrites. **Geochimica and Cosmochimica Acta**, New York, **38**(5):757-775.

NOCE, C.M., 1995 – **Geocronologia dos eventos magmáticos, sedimentares e metamórficos na região do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais**. São Paulo. 128p. Tese (Doutorado em Geologia), Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

NOCE, C.M.; MACHADO, N. & TEIXEIRA, W., 1998 – U/Pb Geochronology of gnaisses and granitoids in the Quadrilátero Ferrífero (southern São Francisco Craton): age constraints for Archean and Paleoproterozoic magmatism and metamorphism. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, **28**(1):95-102.

NOCE, C.M.; TEIXEIRA, W.; QUÉMÉNEUR, J.J.G.; MARTINS, V.T.S. & BOLZACHINI, E., 2000 – Isotopic signatures of Paleoproterozoic granitoids from the southern São Francisco Craton and implications for the evolution of the Transamazonian Orogeny. **Journal of South American Earth Sciences**, Oxford, **13**(2):225-239.

O'CONNOR, J.T., 1965 – A classification of quartz-rich igneous rocks based on feldspar ratios. **United States Geological Survey, Professional Paper**, Denver, **525-B**:79-84.

PADILHA, A.V.; VASCONCELOS, R.M. & GOMES, R.A.A.D., 1991 – Evolução geológica. In: **Barbacena. Folha SF.23-X-C-III, Estado do Minas Gerais**. Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil, DNPM/CPRM, p.111-133.

PEARCE, J.A.; HARRIS, N.B.W. & TINDLE, A.G., 1984 – Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. **Journal of Petrology**, Oxford, **25**(4):956-983.

PEDROSA-SOARES, A.C.; DARDENNE, M.A.; HASUY, I.; CASTRO, F.D.C.; CARVALHO, M.V.A. & REIS, A.C., 1994 – **Mapa geológico do Estado de Minas Gerais, escala 1:1.000.000**. Belo Horizonte: COMIG.

PINESE, J.P.P., 1997 – **Geoquímica, geologia isotópica e aspectos petrológicos dos diques máficos Pré-Cambrianos da região de Lavras (MG), porção sul do Craton do São Francisco**. São Paulo. 178p. Tese (Doutorado em Geologia), Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

PIRES, F.R.M.; RIBEIRO, A. & BARBOSA, M.I.M., 1990 – Distribuição do "Greenstone Belt " Barbacena na região de São João Del Rei, Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36., Natal. **Anais...**, Natal: Sociedade Brasileira de Geologia, v.5, p.2941-2951.

QUÉMÉNEUR, J.J.G. & BARAUD, E.R., 1983 – Estrutura do embasamento Arqueano e geologia econômica da área pegmatítica de São João del Rei - MG. In: SIMPÓSIO GEOLOGIA MINAS GERAIS, 2., Belo Horizonte. **Anais...**, Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Geologia/ Núcleo Minas Gerais, v.1, p.449-460.

QUEMÉNÉUR, J.J.G. & VIDAL, P., 1989 – Primeiras datações radiométricas dos granitos da região de São João Del Rei (Minas Gerais). In: SIMPÓSIO GEOLOGIA DE MINAS GERAIS, 5., Belo Horizonte. **Anais...**, Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Geologia/Núcleo Minas Gerais, v.1, p.50-54.

QUEMÉNÉUR, J.J.G. & NOCE, C.M., 2000 – Geochemistry and petrology of felsic and mafic suites related to the Paleoproterozoic Transamazonian orogeny in Minas Gerais, Brazil. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, **30**(1):87-90.

QUEMÉNÉUR, J.J.G.; NOCE, C.M. & GARCIA, D., 1994 – Caracterização das suítes granitóides do arco magmático transamazônico na borda meridional do Craton do São Francisco, Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38., Camboriú. **Boletim de Resumos Expandidos...**, Camboriú: Sociedade Brasileira de Geologia, v.1, p.117-119.

RIBEIRO, A., 1997 – **Estratigrafia e paleoambientes nas sucessões metassedimentares Proterozóicas das serras do Lenheiro e São José, São João Del Rei, Sul de Minas Gerais**. Rio de Janeiro. 167p. Tese (Doutorado em Geologia), Programa de Pós-graduação em Geologia, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

RIBEIRO, A.; TROUW, R.A.J.; ANDREIS, R.R.; PACIULLO, F.V.P. & VALENÇA, J.G., 1995 – Evolução das bacias Proterozóicas e o termo -tectonismo brasiliano na margem sul do Craton do São Francisco. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, **25**(4):235-248.

ROSA-SEIXAS, L.A.; CARNEIRO, M.A.; NOCE, C.M.; BARDINTZEFF, J.M. & BONIN, B., 2002a – Preliminary investigations about geodynamic of precambrian continental crust differentation in the Quadrilátero Ferrífero region deduced from Archaean and Paleoproterozoic felsic plutonic rocks, Brazil – Part I: tonalitic rocks. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 42., João Pessoa. **Boletim de Resumos...**, João Pessoa: Sociedade Brasileira de Geologia, v.1, p.527.

ROSA-SEIXAS, L.A.; CARNEIRO, M.A.; NOCE, C.M.; BARDINTZEFF, J.M. & BONIN, B., 2002b – Preliminary investigations about geodynamic of precambrian continental crust differentation in the Quadrilátero Ferrífero region deduced from Archaean and Paleoproterozoic felsic plutonic rocks, Brazil – Part II: trondhjemitic rocks. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 42., João Pessoa. **Boletim de Resumos...**, João Pessoa: Sociedade Brasileira de Geologia, v.1, p.528.

SCHRANK, A. & SILVA, M.G., 1993 – Os Greenstone Belts do Cráton do São Francisco. In: DOMINGUEZ, J.M.L & MISI, A. (Eds.). **O Cráton do São Francisco**. Salvador: Sociedade Brasileira de Geologia/Núcleo Bahia-Sergipe. p.85-118.

SILVA, M.A., 1996 – **Geologia e petrografia do corpo metagabróico pré-cambriano de São Sebastião da Vitória, Minas Gerais**. Rio de Janeiro. 125p. Dissertação (Mestrado em Geologia), Programa de Pós-Graduação em Geologia, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

SPULLER, S.D. & RUTHERFORD, M.J., 1983 – The origin of rhyolite and plagiogranite in oceanic crust: an experimental study. **Journal of Petrology**, Oxford, **24**(1):1-25.

STACEY, J.S. & KRAMERS, J.D., 1975 – Approximation of terrestrial lead isotope evolution by a two-stage model. **Earth and Planetary Science Letters**, Amsterdam, **26**(2):207-221.

TEIXEIRA, W., 1985 – **A evolução tectônica da porção meridional do Cráton do São Francisco com base em interpretações geocronológicas**. São Paulo. 207p. Tese (Doutorado em Geologia), Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

TEIXEIRA, W.; CORDANI, U.G.; KAWASHITA, K.; TAYLOR, P.N. & VAN SCHMUS, W.R., 1987 – Archean and early Proterozoic crustal evolution in the southern part of the São Francisco Craton. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GRANITES AND ASSOCIATED MINERALIZATIONS, 1., Salvador. **Extended Abstracts...**, Salvador: Sociedade Brasileira de Geologia, v.1, p.37-40.

TEIXEIRA, W.; CARNEIRO, M.A.; NOCE, C.M.; MACHADO, N.; SATO, K. & TAYLOR, P.N., 1996 – Pb, Sr and Nd isotope constraints on the Archaean evolution of gneissic-granitoid complexes in the southern São Francisco Craton, Brazil. **Precambrian Research**, Amsterdam, **78**(1/3):151-164.

TEIXEIRA, W.; NOCE, C.M.; QUEMENEUR, J.J.G. & MARTINS, V.T.S., 1997 – Sr, Nd and Pb isotopic signatures of intrusive granitoids of the Paleoproterozoic Mineiro magmatic arc, southern São Francisco Craton, Brazil. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GRANITES AND ASSOCIATED MINERALIZATIONS, 2., Salvador, Brazil. **Extend Abstracts...**, Salvador: Sociedade Brasileira de Geologia, v.1, p.288-289.

TEIXEIRA, W.; CORDANI, U.G.; NUTMAN, A.P. & SATO, K., 1998 – Poliphase Archean evolution in the Campo Belo Metamorphic Complex, southern São Francisco Cráton, Brazil: shrimp and U-Pb zircon evidence. **Journal of South American Earth Science**, Oxford, **11**(3):279-289.

TEIXEIRA, W.; SABATÉ, P.; BARBOSA, J.; NOCE, C.M. & CARNEIRO, M.A., 2000 – Archean and Paleoproterozoic tectonic evolution of the São Francisco Craton. In: CORDANI, U.G, MILANI, E.J., THOMAS FILHO, A. & CAMPOS, D.A. (Eds.) **Tectonic Evolution of South America**. Rio de Janeiro: Departamento Nacional da Produção Mineral. p.101-137.

TOLEDO, C.L.B., 2002 – **Evolução geológica das rochas máficas e ultramáficas no Greenstone Belt Barbacena, na região de Nazareno, MG**. Campinas. 308p. Tese (Doutorado em Geologia), Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Estadual de Campinas.

VALENÇA, J.G.; SILVA, M.A.; SCHIMITT, R.S.; TROUW, R.A.J. & NOCE, C.M., 2000 – Transamazonian gabbronoritic intrusive rocks from the southernmost São Francisco Craton (Brazil). In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 31., Rio de Janeiro, Brazil. **Abstracts...**, Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Geologia. (CD-ROM).

WOLF, M.B. & WYLLIE, P.J., 1991 – Dehydration melting of solid amphibolite at 10 Kbar: textural development, liquid interconnectivity, and application to the segregation of magmas. **Mineralogy and Petrology**, Wien, **44**(2):151-179.

CONSULTORES CIENTÍFICOS

COLABORADORES DAS PUBLICAÇÕES EDITADAS PELO MUSEU NACIONAL EM 2003

ABÍLIO SOARES GOMES
Universidade Federal Fluminense

ADILSON FRANSOZO
Universidade Estadual Paulista

AIRTON RODRIGUES PINTO JUNIOR
Pontifícia Universidade Católica do Paraná

ALA L. MELO
Universidade Federal de Minas Gerais

ALEXANDRE BRAGIO BONALDO
Museu Paraense Emílio Goeldi

ALFREDO LANGGUTH
Universidade Federal da Paraíba

ANA CLAUDIA ARAÚJO
Universidade do Vale Itajaí - SC

ANA KOHN HOINEFF
Fundação Oswaldo Cruz - RJ

ANGELO ANTONIO AGOSTINHO
Universidade Estadual de Maringá - PR

ANTONIO CARLOS MARQUES
Universidade de São Paulo

ANTÔNIO CARLOS SOUZA LIMA
Universidade Federal do Rio de Janeiro

ARMANDO c. CERVI
Universidade Federal do Paraná

ARNO ANTÔNIO LISE
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

ARNOLD ROSS
Canyon Country Lane, Escondido - EUA

AUSENDA CÁCERES BALBINO
Universidade Évora - Portugal

BEATRIZ MOTHES
Fundação Zoobotânica do Rio de Grande do Sul

BERNHARD HAUSDORF
Zoologisches Museum des Universitaet Hamburg - Alemanha

CARLOS FREDERICO D. ROCHA
Universidade do Estado do Rio de Janeiro

CARLOS S. CARBONELL
Universidad de la República - Uruguai

CECÍLIA GONÇALVES COSTA
Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro

CÉLIO FERNANDO BAPTISTA HADDAD
Universidade Estadual Paulista

CESAR LEANDRO SCHULTZ
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

CLAUDIO J. B. CARVALHO
Universidade Federal do Paraná

CLEVERSON GUIZAN SILVA
Universidade Federal Fluminense

CRISTIANE PUJOL
COFAB/ASDCE/CENEPI - DF

CRISTINA COX FERNANDES
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

DANILO KOETZ DE CALAZANS
Fundação Universidade do Rio Grande - RS

DENISE DE CERQUEIRA ROSSA-FERES
Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho - SP

DIÓGINES A. CAMPOS
Departamento Nacional da Produção Mineral - RJ

JOHN D. TAYLOR
The Natural History Museum - Londres

JOSÉ HENRIQUE LEAL
The Bailey-Matthews Shell Museum - EUA

PEDRO PAULO A. FUNARI
Universidade de Campinas

PHILIPPE BOUCHET
Muséum National d´Histoires Naturelle - França

W. RONALD HEYER
Smithsonian Institution - EUA

WILLIAM NEWMAN
University of California - EUA

WINSTON F. PONDER
Australian Museum - Austrália

FÁBIO BETTINI PITOMBO
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

FRANCISCUS JACOBYS BAARS
Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais - RJ

GERALDO WILSON FERNANDES
Universidade Federal de Minas Gerais

GUARINO R. COLLI
Universidade de Brasília

HERALDO A. BRITSKI
Universidade de São Paulo

INGA L. VEITENHEIMEN-MENDES
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

ISMAR DE CARVALHO
Universidade Federal do Rio de Janeiro

JOÃO GRACIANO MENDONÇA FILHO
Universidade Federal do Rio de Janeiro

JOCÉLIA GRAZIA
Univerisdade Federal do Rio Grande do Sul

JONH MAISEY
American Museum of Natural History - EUA

JORGE SILVA BETTENCOURT
Universidade de São Paulo

JOSÉ DE SOUSA E SILVA JÚNIOR
Museu Paraense Emílio Goeldi

JOSÉ MARCELO ROCHA ARANHA
Universidade Federal do Paraná

JOSÉ RICARDO MIRAS MERMUDES
Universidade de São Paulo

JOSÉ ROBERTO PUJOL LUZ
Universidade de Brasília

JOSÉ W. THOMÉ
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

JULIAN FAIVOVICH
American Museum of Natural History - USA

JÚLIO CÉSAR GAVELLO
Universidade Federal de São Carlos - SP

KOEN MARTENS
Royal Belgian Institute of Natural Sciences - Bélgica

LEONARDO BORGHI DE ALMEIDA
Universidade Federal do Rio de Janeiro

LIPKE B. HOLTHUIS
Nationaal Natuurhistorish Museum - Holanda

LORECY GISLAENE LEHUGEUR
Universidade Federal do Ceará

LUCIANA BARBOSA DE CARVALHO
Escola de Biologia do Centro Universitário da Cidade - RJ

LUCIANE MARINONI
Universidade Federal do Paraná

LUIZ EDUARDO ANELLI
Universidade de São Paulo

M. REGIS CLEVA
Museum National d'Histoire Naturelle - França

Marcelo F. Napoli
Universidade Federal da Bahia

Maria Angela S. Mascelani
Santa Teresa, Rio de Janeiro - RJ

Maria Cristina Dreher Mansur
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

Maria Helena M. Galileo
Museu de Ciências Naturais - RS

Maria Helena Paiva Henriques
Coimbra - Portugal

Maria Laura Viveiro de Castro
Leblon, Rio de Janeiro - RJ

Maria Marta Cigliano
Universidad Nacional La Plata - Argentina

Marise Sardenberg Salgado de Carvalho
Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais - RJ

Martha Richter
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Nanusa Menezes
Universidade de São Paulo

Nelson Papavero
Museu Paraense Emílio Goeldi

Nicholas R. Geist
Sonoma State University - EUA

Olaf Mielke
Universidade Federal do Paraná

Oswaldo Luiz Peixoto
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Patricia Alves Abrunhosa
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Paulo A. D. DeBlasis
Universidade de São Paulo

Paulo Christiano de Anchietta Garcia
Universidade de Mogi das Cruzes - SP

Paulo Sérgio Fuiza Ferreira
Universidade Federal de Viçosa - MG

Peter Makovicky
The Field Museum - EUA

Raimundo Netuno Vilas
Universidade Federal do Pará

Regina Helena Postsch Andreata
Universidade Santa Úrsula - RJ

Reinalda Marisa Lanfredi
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Renata Guimarães Netto
Universidade Vale dos Sinos - RS

Renato Marinoni
Universidade Federal do Paraná

Renato Neves Feio
Univerisidade Federal de Viçosa - MG

Ricardo Cardoso Vieira
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Ricardo Gomes Lima
Centro Nacional de Folclore e Cultura Popular - RJ

Ricardo Pinto da Rocha
Universidade de São Paulo

Ricardo S. Seco
Museu Paraense Emílio Goeldi

Roberto Cardoso de Oliveira
Universidade de Brasília

Roberto Lourenço Esteves
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Rogerio Pereira Bastos
Universidade Federal de Goiás

Rosaly Ale-Rocha
Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia

Sammy de Grave
Oxford University - Reino Unido

Sérgio Ferretti
São Luís - MA

Sergio Rosso
Universidade de São Paulo

Silvana Aparecida Rogel Carvalho Thiengo
Fundação Instituto Oswaldo Cruz - RJ

Silvia Terezinha Sfoggia Miotto
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Solange Peixinho
Universidade Federal da Bahia

Tadeu Gomes de Oliveira
Universidade Estadual do Maranhão

Therezinha de Jesus Pimentel Chaves
Museu Paraense Emílio Goeldi

Váleria Gallo
Universidade do Estado do Rio de Janeiro,

Vera Cristina Silva
Universidade Estadual Paulista

Virgínia S. Uieda
Universidade Estadual Paulista

Walter Neves
Universidade de São Paulo

William Newman
University of California - EUA

Wilson Costa
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Zarela Angélica Herrera
Universid de Zaragoza - Espanha

INSTRUÇÕES PARA AUTORES

O conteúdo dos artigos é de inteira responsabilidade do(s) autor(es)

1- O MUSEU NACIONAL/UFRJ edita, nas áreas das Ciências Naturais e Antropológicas:

Arquivos do Museu Nacional (ISSN 0365-4508); *Publicações Avulsas do Museu Nacional* (ISSN 0100-6304); *Relatório Anual do Museu Nacional* (ISSN 0557-0689); *Boletim do Museu Nacional, Nova Série – Antropologia* (ISSN 0080-3189), *Botânica* (ISSN 0080-3197), *Geologia* (ISSN 0080-3200) e *Zoologia* (ISSN 0080-312X); *Série Livros* (ISBN 85-7427). Indexadas nas bases de dados: BIOSES, Zoological Record, Ulrich's International Periodicals Directory, Biological Abstracts, Periodica e C.A.B.International.

2- Os originais devem ser apresentados em três vias, em papel A4, espaço duplo, em uma só face do papel, bem como em disquete no programa Word for Windows, em fonte Times New Roman (corpo 12), sem qualquer tipo de formatação. Os manuscritos podem ser encaminhados em português ou inglês (outro idioma ficará a critério da Comissão Editorial). Os termos estrangeiros no texto deverão ser grafados em itálico.

3- Os textos deverão ser precedidos de identificação do autor (nome e instituição de vínculo com endereço completo).

4- Deverão constar Resumo e Abstract, juntamente com título e palavras-chave em português e inglês.

5- As ilustrações, designadas no texto como figura (Fig.1, Fig.2, etc.), deverão conter escalas com as unidades abreviadas (legendas à parte). Quando digitalizadas, deverão ser salvas individualmente em arquivos com a extensão JPG/JPEG (inclusive quando apresentadas em pranchas).

6- As citações no texto devem ser indicadas pelo sistema autor-data que compreende o sobrenome do(s) autor(es), em caixa alta, seguido do ano de publicação do documento, separado por vírgula e entre parêntese. Ex.: (PEREIRA, 1996).

7- As referências bibliográficas (adaptadas das normas da ABNT) deverão ser apresentadas no final do texto, em ordem alfabética única dos autores.

Livro:

LIMA, D.A., 1982 – Present-day forest refuges in Northeastern Brazil. In: PRANCE, G.T. (Ed.) **Biological diversification in the tropics**. New York: Columbia University Press. p.245-251.

Periódico:

MORA, O.A., SIMÕES, M.J. & SASSO, W.S., 1987 – Aspectos ultra-estruturais dos fibroblastos durante a regressão da cauda dos girinos. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, **47**(4):615-618, figs.1-2.

Trabalhos apresentados em encontros científicos:

VENTURA, P.E.C., 1985 – Avifauna de Morro Azul do Tinguá, Miguel Pereira, Rio de Janeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 12., Campinas. **Resumos...**, Campinas: Universidade Estadual de Campinas, p.273.

Documentos disponíveis na internet:

POMERANCE, R., 1999 – **Coral mortality, and global climate change**. Disponível em: <http://www.gov/topical/global/envinon/99031002.htm>. Acesso em: 18 abr. 1999.

8- Serão fornecidos ao(s) autor(es) 50 (cinqüenta) exemplares por artigo.

9- A correspondência editorial e os artigos deverão ser enviados para:
Comissão de Publicações
Museu Nacional/UFRJ
Quinta da Boa Vista, São Cristóvão
20940-040 – Rio de Janeiro, RJ, Brasil
Tels.: (0xx21) 2567 6316 / 2568 8262 – ramal 203
E-mail: <compubli@mn.ufrj.br>

MUSEU NACIONAL
Universidade Federal do Rio de Janeiro
Quinta da Boa Vista, São Cristóvão
20940-040 – Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Impresso com apoio da
Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES
Programa PROAP/2003

Impresso na Gráfica da UFRJ

SUMÁRIO / CONTENTS

ARTIGOS ORIGINAIS / ORIGINAL ARTICLES

ZOOLOGIA / ZOOLOGY

PALEONTOLOGIA / PALAEONTOLOGY

GEOLOGIA / GEOLOGY